CONSEIL
DES
PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU
QUÉBEC

AGDEX 640

JOURNÉE D'INFORMATION **SUR LA MALHERBOLOGIE**

4 novembre 1987
Auberge des Seigneurs
Sainte-Hyacinthe

LE DÉSHERBAGE
DANS LES
GRANDES CULTURES

CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES

88-04661/

Cahier de
conférences

JOURNÉE D'INFORMATION SUR LA MALHERBOLOGIE

4 novembre 1987

Le désherbage dans les grandes cultures

Conseil des
productions
végétales
du
Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de
l'Alimentation
du Québec

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
4e trimestre 1987
ISBN-2-551-06817-7

TABLE DES MATIERES

Page	
5	Allocution d'ouverture Gilles Leroux
7	La persistance et la rémanence des herbicides Bruno Maltais
25	Conditions de succès d'application des herbicides en grande culture II Facteurs physiques Martin Brisson
43	Les mélanges de produits phytosanitaires: La prudence est de mise Richard Desrosiers
55	Répression de la prêle des champs dans le maïs-grain et les céréales à paille Luc Vézina, Daniel Cloutier et Raymond Dequoy
69	Biologie et répression du phragmite commun (Phragmites communis trin) Luc Vézina
85	Compétition et répression des graminées annuelles dans les céréales à paille Luc Vézina et Michel Perron
99	Répression des mauvaises herbes à feuilles larges dans les céréales à paille et le maïs Anne Légère, Gilles Leroux et Claudel Lemieux

ALLOCUTION D'OUVERTURE

Au Québec, les céréales à paille et le maïs ont connu un essor remarquable dans les dernières années. Mais bon an, mal an, les producteurs agricoles doivent investir une somme considérable d'efforts et d'argent afin de réprimer les mauvaises herbes dans ces cultures. En ces temps de moindre retour sur leurs investissements, les producteurs nécessitent d'être très bien guidés dans leurs opérations de désherbage afin de maintenir la profibalité. Aussi, la commission de malherbologie a-t-elle choisi de consacrer sa troisième journée d'information au désherbage dans les grandes cultures. L'objectif principal de la journée est de faire le point sur des problèmes spécifiques à ces productions végétales.

Que savons-nous de la rémanence de l'atrazine dans les sols ? Certes celà importe aux producteurs de maïs désireux d'inclure d'autres cultures dans l'assolement. Quels sont les facteurs climatiques et physiques à retenir pour maximiser l'efficacité des pulvérisations herbicides ? Une efficacité moindre que celle escomptée résulte d'un traitement mal synchronisé, inadéquatement dosé, et appliqué de façon inégale. Mais encore ? Plusieurs espèces, nouvelles et anciennes, défient les pratiques modernes de désherbage. Il en est ainsi du phragmite commun qui aujourd'hui menace de devenir le "chiendent" de demain dans certaines régions agricoles. Ou encore de la prêle des champs et des graminées annuelles dont la nuisibilité est discutable dans les céréales. Le désherbage des annuelles à feuilles larges a pris une nouvelle dimension depuis l'apparition de nouvelles espèces ou d'espèces résistantes aux herbicides.

Voilà sommairement autant de questions et de problèmes que les conférenciers et les conférencières aborderont durant la journée. Je vous invite nombreux et nombreuses à venir participer à cette troisième journée d'information qui, nous l'espérons, vous sera très profitable.

GILLES LEROUX
Président de la journée d'information

LA PERSISTANCE ET LA REMANENCE DES HERBICIDES

Présenté à Saint-Hyacinthe

le 4 novembre 1987

par

Bruno Maltais

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec

Sous-ministériat de la Recherche, du Développement
technologique et de l'Enseignement

LA PERSISTANCE ET LA REMANENCE DES HERBICIDES

La persistance des herbicides est une propriété importante de ces pesticides. Elle leur permet de contrôler les mauvaises herbes ou la végétation pendant une longue période. Lorsque la sélectivité s'ajoute à la persistance, ces produits deviennent très utiles en agriculture. Leur utilisation permet de contrôler sélectivement les mauvaises herbes dans les cultures pendant une longue période et quelquefois pendant toute la saison de végétation. C'est un avantage considérable. Le désherbage se résout alors par une seule application d'herbicide.

L'utilisation des herbicides persistants ne pose pas de problèmes lorsque l'on cultive sans rotation une plante qui tolère bien les herbicides utilisés. Cependant, lorsque le programme de culture inclut des plantes sensibles à ces herbicides, La présence de résidus phytotoxiques ou la rémanence peut causer de sérieux problèmes qui peuvent aller jusqu'à la destruction complète de la récolte anticipée.

Le cas le plus fréquent se présente avec l'emploi de l'atrazine dans le maïs. Tout va bien lorsque le maïs est cultivé sans rotation. Cependant lorsque des plantes sensibles à l'atrazine comme les céréales par exemple sont semées après plusieurs années de culture de mais, elles peuvent être endommagés par les résidus d'atrazine. Même si l'atrazine est souvent mentionnée, elle n'est pas le seul herbicide qui peut causer des problèmes. Le terbacil, le linuron et la métrizine sont eux aussi des herbicides persistants.

L'utilisation des herbicides persistants pose trois questions importantes, la première est l'établissement de la durée d'action des produits dans les conditions particulières de chaque région en vue de recommandations. Deuxièmement, les changements de cultures dans des situations urgentes nécessitent des recommandations spéciales. Troisièmement, l'interprétation des analyses de sol n'est pas toujours facile.

Les producteurs sont confrontés à ces situations. Vous l'êtes aussi comme conseillers. Très souvent, ces questions m'ont été posées. Aussi, j'ai fait des travaux de recherche et d'expérimentation dans ce domaine. Ce sont les résultats de ces travaux que je vous présenterai. Mais avant de présenter ces résultats, je veux revoir avec vous les facteurs qui influencent le devenir des herbicides après leur application. Ces facteurs déterminent leur disponibilité et leur persistance dans le sol.

Le tableau 1 montre la persistance dans le sol par ordre croissant des différents groupes d'herbicides. Ce sont des données générales. Il est à peu près impossible d'en établir de très précises car plusieurs facteurs interviennent. Comme vous pouvez le constater, la plupart des herbicides appliqués à la dose sélective ne persistent pas plus d'un an dans le sol. Les herbicides les plus persistants sont les phénylurées et les triazines. Ces herbicides sont en général absorbés et se déplacent peu dans le sol.

La figure 1 schématise le devenir d'un herbicide du type triazine après son application. La plus grande partie est adsorbée sur les colloides du sol. L'adsorption qu'il ne faut pas confondre avec l'absorption par les plantes est un phénomène de fixation temporaire par lequel l'herbicide n'est pas disponible pour les plantes. L'herbicide adsorbé peut être comparé à de la limaille de fer retenue par un aimant. Les molécules d'herbicides jouent le rôle de la limaille de fer et les colloides agissent comme un aimant. Le phénomène d'adsorption est important dans la chimie du sol. Il n'est pas exclusif aux herbicides. Il se produit aussi avec les fertilisants.

Un certain équilibre s'établit entre la quantité d'herbicide adsorbé et la quantité dans la solution du sol. L'herbicide en solution peut suivre différents chemins et subir des altérations qui sont indiquées dans la figure 1. Il ne faut pas oublier que seulement l'herbicide en solution est soumis à ces différentes alternatives. La partie adsorbée qui constitue la plus grande quantité est inutilisable.

La figure 1 montrait le comportement général des herbicides dans le sol. Divers facteurs peuvent influencer ce comportement. Le tableau 2 montre dans quel sens agissent ces différents facteurs. Même si chacun de ces facteurs a un certain effet, les plus importants sont le type de sol, la température et l'herbicide lui-même.

Il est très difficile d'influencer la persistance des herbicides. Le seul facteur facilement contrôlable est la dose d'application. Les conditions les plus propices à la manifestation des dommages par les résidus d'herbicides sont les fortes applications sur un sol fertilisé lorsque la température est élevée. Ces deux dernières conditions surviennent souvent au printemps.

La réaction des plantes aux résidus d'herbicides est aussi importante pour la prévision de dommages. La quantité d'herbicide nécessaire pour détruire les mauvaises herbes est bien connue. Mais celle que peut tolérer les cultures sensibles est moins connue. Le tableau 3 dresse une liste de plantes et de leur sensibilité aux herbicides. La période pendant laquelle les plantes sont les plus sensibles aux résidus d'herbicide est au moment où elles deviennent autonomes c'est-à-dire lorsque leurs premières racines sont fonctionnelles. Si les conditions sont propices (température élevée, sol sec, fertilisation abondante et ensoleillement) à l'action des herbicides, les plantes subissent des dommages.

J'ai réalisé pendant plusieurs années des travaux de recherche pour déterminer la vitesse de dégradation de l'atrazine dans le sol et les diminutions de rendement des plantes sensibles aux résidus d'atrazine. Le protocole expérimental était à peu près toujours le même. Il est décrit dans le tableau 4. Il consistait essentiellement à des applications d'atrazine (2,0 Kg/ha à 5,0 Kg/ha) et à la culture de plantes sensibles sur ces mêmes sites l'année suivante. Des échantillons de sol étaient prélevés régulièrement et les rendements des récoltes étaient mesurés. Les échantillons de sol étaient analysés selon une procédure standard décrite dans le tableau 5.

La première remarque que je tiens à faire avant de présenter les résultats porte sur la variabilité de résultats des analyses pour la détermination des résidus. Les résultats furent toujours très variables. Je ne suis pas le seul à avoir obtenu des résultats semblables. Cette variabilité est rapportée par à peu près tous ceux qui ont fait des recherches similaires. Elle est due en grande partie à la méthode d'échantillonnage et à la répartition pas toujours uniforme des pesticides dans le sol.

Une partie des résultats que nous avons obtenus est présentée dans les tableaux 6, 7, 8, 9 et 10. Le tableau 6 montre la répartition de l'atrazine dans le profil de sol. La plus grande partie se retrouve dans les premiers 10 centimètres du sol; 60 jours après l'application et même à 120 jours. Cette répartition est fonction de la texture du sol. Le site de cette expérience était argileux à Saint-Hyacinthe alors qu'il était plutôt loameux à Saint-Augustin.

Le tableau 7 montre la vitesse de dégradation de l'atrazine après une seule application à Saint-Augustin et à l'Assomption. Il y a eu une diminution très rapide après 30 jours à l'Assomption. Après 120 jours les quantités résiduelles furent à peu près les mêmes aux deux endroits.

Les tableaux 8 et 9 montrent les quantités résiduelles d'atrazine après deux applications à Saint-Augustin et à l'Assomption. Avant la deuxième application, les quantités résiduelles d'atrazine étaient nettement plus importantes à Saint-Augustin. La forte augmentation à 30 jours résulte de la deuxième application d'atrazine. Les résidus furent deux fois plus importants après deux applications qu'après une seule à Saint-Augustin alors qu'ils furent à peu près les mêmes à l'Assomption.

Enfin, le tableau 10 présente des comparaisons entre les quantités

résiduelles d'atrazine à l'automne et au printemps suivant. On remarque qu'il y a forte diminution de l'atrazine entre les mois d'octobre et juin. Cette diminution fut très importante à l'Assomption et un peu moins à Saint-Augustin. La partie non labourée à Saint-Augustin contenait la même quantité au printemps qu'à l'automne. Ces résultats ont une grande portée pratique. L'échantillonnage à l'automne est peu valable pour prédire la quantité résiduelle au printemps.

Je vous ai présenté seulement une partie des résultats de recherches que j'ai effectuées sur la vitesse de dégradation de l'atrazine. Nous avons réalisé beaucoup d'autres travaux dans ce domaine. En 1985, près de 200 échantillons ont été prélevés dans toutes les régions agricoles du Québec. Nous avions aussi réalisé des travaux semblables de 1978 à 1981. Les conclusions générales que nous pouvons tirer sont les suivantes. Les applications d'atrazine inférieures à 3,0 Kg/ha laissent peu de résidus dans le sol. Ils augmentent peu même si les applications sont répétées sur deux années consécutives. Les applications supérieures à 3,0 Kg/ha d'atrazine laissent des résidus importants et ils augmentent si ces applications sont répétées.

Il est cependant beaucoup plus difficile de généraliser pour l'effet des résidus d'atrazine sur les cultures de plantes sensibles. Nous pouvons faire les quelques conclusions générales suivantes à partir des recherches que nous avons effectuées. Le travail du sol et spécialement le labour diminue considérablement les risques de dommages sur les plantes sensibles. Parmi les plantes que nous avons utilisées, la betterave était toujours la plus endommagée. Les céréales toléraient un peu mieux les résidus d'atrazine. L'orge fut toujours moins endommagée que le blé et l'avoine. Les pois furent les plus tolérants aux résidus d'atrazine.

Dans la plupart des protocoles que nous avons réalisés, les résidus d'atrazine même s'ils étaient faibles dans certains cas ont diminué les rendements des récoltes. Les diminutions de rendement furent de très faibles à très importantes. Elles n'étaient pas toujours proportionnelles à la quantité de résidus d'atrazine. Les baisses de rendements sont fonctions des conditions climatiques et de croissance qui prévalaient lors de la période de sensibilité des plantes. A certaines occasions, la perte de rendement pouvait être de 25% après une seule application de 2,0 Kg/ha d'atrazine et 20% après deux applications de 4,0 Kg/ha. En d'autres occasions, les semis ont été complètement détruits. Les résultats furent très variables.

Les symptômes de dommages par l'atrazine sont des brûlures, un dessèchement qui peut amener la mort de la plante. Ces symptômes apparaissent d'abord à la pointe des plus vieilles feuilles. Même si les symptômes ne sont pas toujours visibles, la croissance de cultures sensibles du sol contenant des résidus d'atrazine est souvent diminuée. Au cours de la saison, ces cultures sont plus pâles. Je l'ai observé souvent à plusieurs endroits dans la Province.

Les résidus d'atrazine persistent assez longtemps dans les sols au Québec. Ils causent très souvent des diminutions assez importantes de rendement.

TABLEAU 1
Persistance de quelques herbicides dans le sol

GROUPE	HERBICIDE	PERSISTANCE
1- Carbamates	EPTC Butilate Pébulate	1 à 2 mois
2- Acides phénoxyques	2,4-D MCPA 2,4 DB	2 mois
3- Anilines et nitriles	Bromoxynil Trifluraline	3 - 4 mois
4- Acides benzoïques et amides	Dicamba Métolachlore Diphénamide	3 - 5 mois
5- Phénylurée et triazine	Linuron Atrazine Simazine	6 - 12 mois

FIGURE 1
Devenir des herbicides après leur application

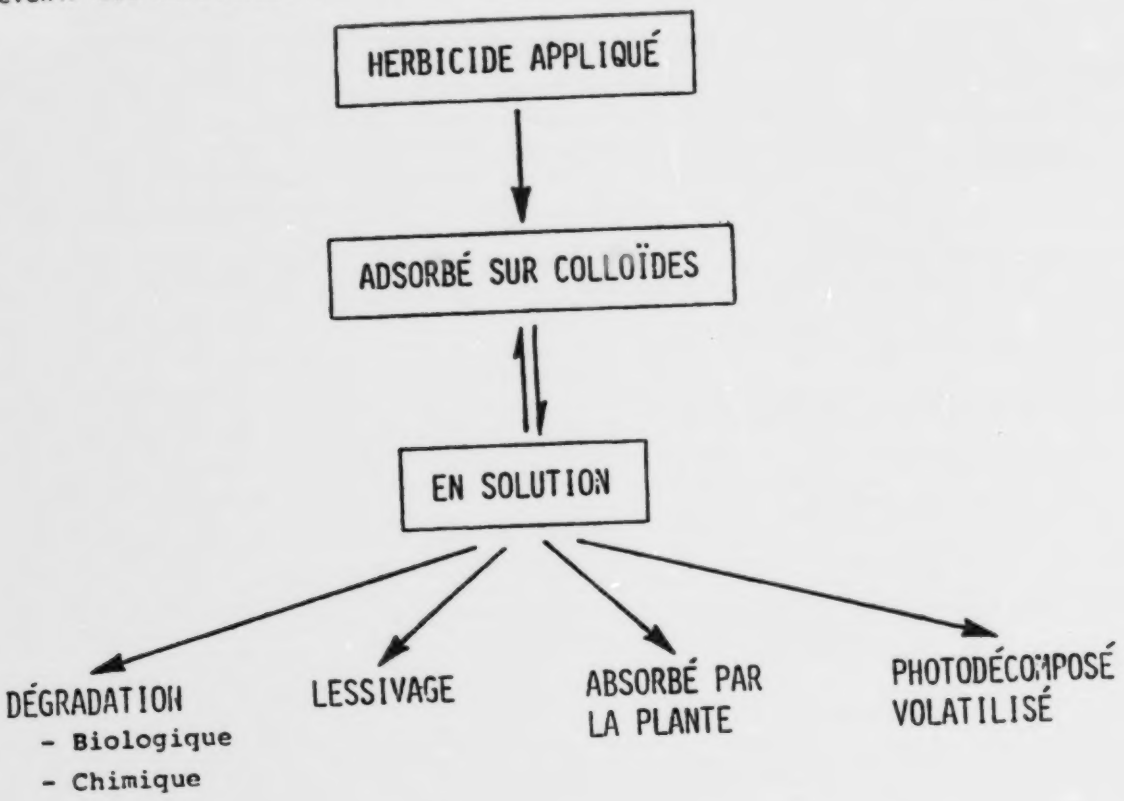


TABLEAU 2
Influence de quelques facteurs sur le comportement des herbicides dans le sol

FACTEUR	DISPONIBILITE	PERSISTANCE
1- Produit herbicide		
dose forte	+ + +	+ + +
solubilité faible	- -	+ +
absorption par plante	- -	- -
2- Texture du sol		
beaucoup d'argile	- - -	+ +
beaucoup de M.O.	- - -	+
3- pH		
neutre	+	
bas	-	
4- Fertilisation		
forte	+	
faible	-	
5- Humidité du sol		
élevée	+ +	- -
6- Température		
élevée	+	- - -
basse	-	+ + +

TABLEAU 3
Sensibilité des cultures à l'atrazine

CULTURES TRES SENSIBLES	CULTURES MODEREMENT SENSIBLES	CULTURES TOLERANTES
Avoine	Fève soja	Maïs
Luzerne	Haricot mange-tout	Sorgho
Blé	Orge	Herbe du soudan
Betterave		
Pois		
Tabac		
Tournesol		

TABLEAU 4
Dispositif expérimental

1ÈRE ANNÉE

- BANDES DE TERRAIN DE 7 MÈTRES X 200 MÈTRES
- APPLICATIONS D'ATRAZINE: 2, 3, 4, 5 KG/HA
- LA MOITIÉ DE LA SURFACE EST LABOURÉE À L'AUTOMNE
- AUCUN TRAVAIL N'EST EFFECTUÉ À L'AUTOMNE SUR L'AUTRE PARTIE
- DEUX ÉCHANTILLONS DE SOL SONT PRÉLEVÉS À CHAQUE MOIS POUR CHAQUE TRAITEMENT

2ÈME ANNÉE

- CULTURE DE PLANTES SENSIBLES SUR UNE MOITIÉ DE LA SURFACE
- BANDES DE TERRAIN TRAITÉES AVEC L'ATRAZINE AUX MÊMES DOSES QUE LA PREMIÈRE ANNÉE
- LA MOITIÉ DE LA SURFACE EST LABOURÉE À L'AUTOMNE
- AUCUN TRAVAIL DE SOL N'EST EFFECTUÉ À L'AUTOMNE SUR L'AUTRE PARTIE
- DEUX ÉCHANTILLONS DE SOL SONT PRÉLEVÉS À CHAQUE MOIS POUR CHAQUE TRAITEMENT

3ÈME ANNÉE

- CULTURE DE PLANTES SENSIBLES SUR LA PARTIE QUI A REÇU DE L'ATRAZINE PENDANT DEUX ANNÉES CONSÉCUTIVES

TABLEAU 5
Détermination de la quantité résiduelle d'atrazine dans le sol

- LES ÉCHANTILLONS CONSERVÉS AU CONGÉLATEUR SONT DÉCONGELÉS ET SÉCHÉS À L'AIR
- 7 GRAMMES DE SOL SONT PRÉLEVÉS DE L'ÉCHANTILLON
- 15 ML D'ACÉTATE D'ÉTHYL SONT AJOUTÉS
- LE MÉLANGE EST AGITÉ PENDANT UNE HEURE
- 10 ML DU SURNAGEANT SONT PRÉLEVÉS
- LE SURNAGEANT EST CENTRIFUGÉ PENDANT 10 MINUTES
- 5 ML SONT PRÉLEVÉS ET AJOUTÉS AU STANDARD INTERNE (DIPHÉNAMIDE)
- LE VOLUME EST ÉVAPORÉ PAR L'AZOTE GAZEUX JUSQU'À 1 ML
- L'ÉCHANTILLON EST INJECTÉ DANS UN CHROMATOGRAPHE EN PHASE GAZEUSE (HEWLETT-PACKARD 5880) MUNI D'UNE COLONNE SEMI-CAPILLAIRE IMPRÉGNÉE DE MÉTHYL SILICONE

TABLEAU 6
Répartition de l'atrazine dans le sol - Application: Juin 1978

SAINT-HYACINTHE

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 60			120		
	0-5 CM	5-10 CM	10-20 CM	0-5 CM	5-10 CM	10-20 CM
	ATRAZINE (PPB)					
1	80	20	0	60	20	0
2	80	20	0	90	20	0
3	130	50	0	80	40	20
4	280	140	60	280	90	40

SAINT-AUGUSTIN

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 60		
	0-5 CM	5-10 CM	10-20 CM
	ATRAZINE (PPB)		
2,2	340	330	130
3,3	910	260	80
4,4	2780	290	20
5,5	3310	430	80

TABLEAU 7
Résidus d'atrazine après une seule application

A) SAINT-AUGUSTIN
APPLICATION: JUIN 1982

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 30	60	90	120
	ATRAZINE (PPB)			
2	290	190	60	40
3	480	310	130	60
4	690	430	350	230
5	800	480	290	210

B) L'ASSOMPTION
APPLICATION: JUIN 1983

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 30	60	90	120
	ATRAZINE (PPB)			
2	350	100	40	110
3	430	110	80	260
4	330	90	90	300
5	420	110	100	270

TABLEAU 8
Résidus d'atrazine après deux applications

SAINT-AUGUSTIN

APPLICATIONS: JUIN 1982, JUIN 1983

A) SANS LABOUR À L'AUTOMNE 1982

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 0	30	60	90	120
	ATRAZINE (PPB)				
2	45	335	160	230	150
3	160	690	510	440	270
4	480	760	540	600	410
5	310	990	830	930	500

B) LABOUR À L'AUTOMNE 1982

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 0	30	60	90	120
	ATRAZINE (PPB)				
2	70	660	380	170	100
3	140	1000	740	680	590
4	210	845	710	620	250
5	170	2890	940	580	550

TABLEAU 9
Résidus d'atrazine après deux applications

L'ASSOMPTION
APPLICATIONS: JUIN 1982, JUIN 1983

A) SANS LABOUR À L'AUTOMNE 1983

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 0	30	60	90	120
	ATRAZINE (PPB)				
2	20	90	40	80	60
3	95	210	165	285	90
4	50	185	115	250	150
5	50	285	885	170	315

B) LABOUR À L'AUTOMNE 1983

DOSE KG/HA	NOMBRE DE JOURS APRÈS APPLICATION 0	30	60	90	120
	ATRAZINE (PPB)				
2	60	80	40	50	60
3	40	90	120	120	180
4	60	240	175	60	90
5	65	135	120	140	235

TABLEAU 10
Résidus d'atrazine - Comparaison automne/printemps

A) SAINT-AUGUSTIN
2 APPLICATIONS: JUIN 1982 ET JUIN 1983

DOSE KG/HA	OCTOBRE 1983 SANS LABOUR	JUIN 1984 SANS LABOUR	OCTOBRE 1983 LABOUR	JUIN 1984 LABOUR
	ATRAZINE (PPB)			
2	150	120	100	70
3	270	180	590	230
4	410	400	250	120
5	500	590	550	130

B) L'ASSOMPTION
1 APPLICATION: JUIN 1983

DOSE KG/HA	OCTOBRE 1983 SANS LABOUR	JUIN 1984 SANS LABOUR	OCTOBRE 1983 LABOUR	JUIN 1984 LABOUR
	ATRAZINE (PPB)			
2	110	20	110	90
3	260	90	260	40
4	300	80	300	60
5	270	40	270	60

CONDITIONS DE SUCCES
D'APPLICATION DES HERBICIDES EN GRANDE CULTURE

II FACTEURS PHYSIQUES

PAR

MARTIN BRISSON, T.A.D.

INSTITUT DE TECHNOLOGIE AGRO-ALIMENTAIRE

LA POCATIERE

JOURNEE D'INFORMATION EN MALHERBOLOGIE

AUBERGE DES SEIGNEURS ST-HYACINTHE

4 novembre 1987

TABLE DES MATIERES

1. Introduction.

2. Pourquoi l'inventaire des besoins de l'entreprise.

3. Les composantes du pulvérisateur.

4. Réglage du pulvérisateur.

5. L'incorporation au sol.

6. Conclusion.

Figures.

Tableaux.

Références.

1. INTRODUCTION

On fait un très grand emploi des produits chimiques en agriculture pour lutter contre les mauvaises herbes. L'efficacité de l'antiparasitaire dépend:

. de l'utilisation du produit chimique approprié;

. de l'application du produit chimique à la quantité recommandée et au bon moment;

. de l'emploi approprié de l'appareil requis pour l'application.

Le pulvérisateur est une machine de grande précision. La réussite des traitements dépend de cette précision. Un traitement réussi est généralement un facteur important dans le rendement d'une culture. Il affecte donc le revenu du producteur.

Pour obtenir la précision nécessaire, il nous faut un pulvérisateur bien adapté pour répondre aux besoins de l'entreprise et qu'il soit vérifié avant son utilisation.

2. POURQUOI L'INVENTAIRE DES BESOINS DE L'ENTREPRISE

L'inventaire des besoins permettra d'établir les paramètres nécessaires aux choix des composantes du pulvérisateur.

L'inventaire devrait inclure:

1. Culture et superficie à traiter.
2. Traitements (herbicide, insecticide, etc.) et répétition si nécessaire.
3. Type de produits: poudre mouillable, émulsion liquide, poudre soluble, etc.
4. Volume à l'hectare et pression d'application.
5. Temps disponible pour faire les traitements.

Suite à cet inventaire, nous pouvons déterminer les besoins de l'équipement.

1. Quelle rampe sera la mieux adaptée pour mes champs?

La largeur de la rampe sera choisie en fonction de l'importance de l'exploitation, des champs et du relief du terrain. La tendance est à l'augmentation des largeurs de travail afin de limiter le nombre de passages, de traces au sol et de bris aux cultures. (Le principal élément de réussite d'un traitement est la qualité de la rampe: pas de courbures, pas de secousses verticales et pas de "fouettement" horizontal; un support efficace, un système de réglage de hauteur rapide et sans oublier la possibilité d'un repliage hydraulique, tout cela occasionne un alourdissement très grand de la rampe et les derniers mètres d'extrémité coûtent très cher). (Jacques Carrière, France agricole, mars 1984).

2. Quel taux d'application devrais-je employer?

Dois-je utiliser 150 li/ha ou 300 li/ha? Le savoir-faire de l'opérateur est le facteur déterminant pour choisir le matériel et le volume d'application à l'hectare. Les récents travaux de recherche ont mis en évidence l'intérêt de travailler à un volume/ha réduit et sans altérer le résultat. Il y a maintenant des buses sur le marché capables de donner un jet régulier avec un débit d'un litre ou moins à la minute et à faible pression soit 2 à 3 bars (200 à 300 kPa). On peut créer une population de gouttes ni trop grosses pour éviter les ruissellements, ni trop fines pour limiter les entraînements de dérive de brouillard. Les essais ont démontré que l'utilisation de buses de qualité et contrôlé régulièrement par un opérateur soigneux, il est assez facile de travailler avec des débits autour de 150 litres/ha. Au-dessous de ces quantités il faut faire très attention, parce que ça demande une plus grande précision et un plus grand entretien de l'équipement (nettoyage plus fréquent).

3. Quelle grosseur de réservoir répondrait le mieux à mon chantier de travail?

Suite à ces réductions de doses à l'hectare ça nous permet d'augmenter les surfaces avec un réservoir et parfois ça nous permet d'utiliser un pulvérisateur porté au lieu d'un pulvérisateur traîné.

3. LES COMPOSANTES DU PULVERISATEUR

La figure I montre les éléments essentiels d'un pulvérisateur. Pour bien l'utiliser il est important de connaître les différentes parties et de savoir la fonction de chacun de ces éléments.

Réservoir
Système d'agitation
Pompe
Régulateur de pression
Manomètre
Filtres
Conduites rigides et flexible
Soupape de contrôle
Rampe
Buses et pastilles

Réservoir

Le réservoir doit être de forme arrondie et résistant à la corrosion et aux chocs. De plus, il doit posséder une ouverture assez grande pour en faciliter le nettoyage et muni d'un filtre pour récupérer les grosses particules lors du remplissage. La capacité doit être proportionnée au taux d'application et de la largeur de la rampe.

Système d'agitation

L'agitation peut être mécanique ou hydraulique. Lorsqu'on utilise des poudres mouillables ou des émulsions l'agitation doit être constante pour éviter les dépôts au fond du réservoir et avoir ainsi une bouillie uniforme du début à la fin de la pulvérisation.

L'agitation mécanique se fait à l'aide de palettes ou d'hélices. La vitesse ne doit pas être trop grande pour éviter la formation de mousse avec certains produits.

L'agitation hydraulique consiste à retourner au réservoir une quantité de liquide qui passe par une buse d'agitation au fond du réservoir. Le débit doit être de 3 à 6 litres/min par 100 litres de capacité du réservoir.

L'agitation mécanique est préférable pour les poudres mouillables.

Pompes

La pompe a pour fonction d'aspirer la bouillie du réservoir et de la faire passer dans le circuit de pulvérisation sous pression et au débit choisi. Elle doit également assurer l'agitation s'il y a un système d'agitation hydraulique.

Le tableau 1 nous démontre les caractéristiques des types de pompes les plus utilisées sur les pulvérisateurs à rampe. Le débit de la pompe (litre/min) dépend de sa vitesse de rotation et, pour certaines pompes de la pression de pulvérisation.

Le choix de la pompe est un élément très important et sera fonction 1) du débit nécessaire; 2) de la pression de travail désirée et 3) du produit pompé.

Régulateur de pression

Le régulateur de pression permet de régler la pression d'opération dans le circuit et de contrôler le débit des buses. Le régulateur est toujours partiellement ouvert et il retourne une partie du débit pompé au réservoir tout en maintenant la pression constante durant la pulvérisation.

Manomètre

Le manomètre c'est un cadran de précision qui nous permet de connaître la pression dans le circuit de pulvérisation. Il existe deux sortes de manomètre, le manomètre conventionnel et le manomètre à glycérine. La glycérine à l'intérieur réduit les pulsions de l'aiguille ce qui en facilite la lecture. La graduation devrait être choisie entre deux et quatre fois la pression d'opération.

Comme recommandation il est très important d'acheter un manomètre de qualité ce qui vous permettra d'obtenir une plus grande précision dans la lecture de la pression de travail sur la rampe.

Filtres

Les filtres sont généralement utilisés à trois endroits dans le circuit du pulvérisateur soit : le 1er à l'ouverture de remplissage du réservoir, le 2e sur la conduite d'aspiration ou de refoulement selon le type de pompe et le 3e aux buses. La fonction des filtres est de retenir les particules fines et grossières pour éviter d'obstruer les buses lors du fonctionnement. Les buses doivent être nettoyées régulièrement et vérifiées si elles sont toutes identiques et en bon état. Remarque: le filtre de buse doit être plus petit que l'orifice de la pastille.

Conduites

Les conduites doivent être de bon diamètre pour minimiser les pertes de pression et assez résistantes pour supporter la pression dans le circuit. Il est recommandé d'avoir des conduites pouvant résister à 3 fois la pression de travail en continu, pour éviter de nuire au bon fonctionnement de l'appareil.

Soupape de contrôle

Sert à diriger et contrôler le liquide vers les sections de la rampe de pulvérisation. Le contrôle peut être fait mécaniquement ou électriquement. Le modèle électrique est surtout utilisé lorsqu'on travaille avec un tracteur muni d'une cabine.

Rampe

La rampe c'est un support rigide sur lequel sont montées les buses. Le terrain à traiter n'est jamais absolument plat ce qui occasionne une certaine oscillation de la rampe. Plus la rampe est longue plus l'oscillation est élevée. On constate aux extrémités d'une barre de 10 m parfois plus ou moins 20 cm de variation. Quand on utilise une buse à jet plat (pinceau) et qu'on recommande une hauteur de 50 cm, une variation de 20 cm fait varier beaucoup l'uniformité d'application au sol.

Le tableau 2 nous montre les hauteurs à respecter en fonction de l'espacement et de l'angle de diffusion de la buse.

Buses

C'est par la buse que la bouillie est épandue sur la surface à traiter. Les buses sont les éléments déterminants de la qualité de l'application.

Choix du type de buse

La buse doit assurer la formation de gouttelettes de taille suffisante pour ne pas risquer la dérive, tout en évitant les gouttes trop grosses en application sur le feuillage pour ne pas engendrer le ruissellement. Pour les pulvérisations conventionnelles la grosseur optimum des gouttes semble être de 200 à 300 microns. La densité de couverture optimale (impacts/cm^2) devrait être de 20 à 30 pour les produits systémiques et de 60 à 70 pour les produits foliaires.

Le tableau 3 nous montre le temps de chute des gouttes suivant leur taille.

Il y a sur le marché plusieurs types de buses en fonction de la nature des traitements et de la couverture à assurer. Le tableau 4 nous permet de comparer les buses entre elles et de choisir quel type de buse à employer en fonction du traitement à faire.

Le choix du calibre d'une buse dépend du taux d'application désiré, de la vitesse de pulvérisation et du type de produit à épandre.

Le choix du matériel utilisé pour la fabrication

La buse doit être fiable dans le temps, c'est-à-dire que le matériel de fabrication ne doit pas s'user trop vite, car le débit augmentera et le patron de répartition sera modifié. Le tableau 5 nous permet de comparer la meilleure résistance dans le temps en fonction du matériel de fabrication de la buse.

Accessoires

Antigouttes

Le rôle principal d'un dispositif antigouttes est d'éviter le vidange de la rampe et du réseau de distribution lors d'un arrêt momentané de la pulvérisation. Avec cet accessoire lors de la pulvérisation, la répartition au sol est bonne dès l'ouverture de la soupape de contrôle. Sans antigouttes il y a des manques ou parfois des brûlures peuvent être constatées.

La figure 2 nous permet de comparer leur fabrication et le mode de fonctionnement.

L'antigoutte à bille

Se situe à l'intérieur du filtre de la buse. Une bille est retenue par un ressort, si la pression dans la conduite tombe au-dessous de 35 kPa (5 livres par pouce carré) après fermeture de la soupage principale, la bille métallique est poussée par un ressort dans son logement, fermant ainsi le canal d'arrivée du liquide. (Il existe sur le marché différente pression de fermeture (5 et 10 psi pour débit 0.4 à 1.5 gpm) (5, 10, 20, 40 psi plus de 0.8 gpm).

L'antigoutte à membrane

Se situe sur le support de la buse. Une membrane ferme ou ouvre l'accès du liquide à la buse, la pression habituelle est de 50 kPa ou (7 psi). Si la pression dans le circuit devient inférieure à 50 kPa le liquide ne vient plus à la buse.

Ce type d'antigoutte est préférable à celui à bille. Il est plus précis et a moins tendance à se boucher.

4. REGLAGE DU PULVERISATEUR POUR UN DOSAGE EXACT

Le succès d'une pulvérisation dépend essentiellement de deux critères:

1. L'uniformité d'application.
2. Le taux exact d'application voulue à l'hectare.

1. L'UNIFORMITE D'APPLICATION

L'uniformité d'application signifie que la quantité de produits pulvérisés sera la même sur toute la largeur couverte par la rampe du pulvérisateur et sur toute la longueur du champ.

Pour ce faire on doit contrôler le fonctionnement du pulvérisateur et posséder si possible une charte de calibration qui nous indique la quantité que chaque buse doit donner à une pression déterminée.

. Après que le pulvérisateur soit nettoyé, remplir la cuve d'eau avec environ 200 litres.

. Se munir d'un récipient (seau, etc.) d'une tasse à mesurer graduée en onces ou millilitres, d'un chronomètre ou d'une montre avec trotteuse.

. Faire fonctionner le pulvérisateur à 540 tours/minute (ou bien une vitesse choisie).

. Régler à la pression d'arrosage recommandée. Ouvrir le robinet sélecteur.

. Recueillir le liquide fourni par une pastille pendant 30 secondes ou 1 minute.

. Mesurer le liquide et inscrire le volume sur une feuille.

. Répéter pour chaque pastille en procédant dans un ordre défini.

. Les pastilles dont le débit varie de plus ou moins 10% de l'ensemble doivent être changées (cette variation vient de l'usure des pastilles ou d'une saleté qui obstrue l'orifice de la buse).

1.1 Calcul du débit d'une buse pour un traitement donné

Débit rampe = Quantité appliquée X largeur effective rampe X vitesse d'avancement

$$\text{li/min} = \frac{\text{li/ha} \times \text{m} \times \text{km/hre}}{600}$$

600 = Facteur de correction lié aux minutes (60)/heure et hectomètre (10)/kilomètre.

Exemple:

$$D = \frac{QLV}{600} \qquad \frac{275 \text{ li/ha} \times 9\text{m} \times 7 \text{ km/hre}}{600} = 28.8 \text{ li/min}$$

Débit : 28.8 li/min
1 buse: 28.8 li/min - 28 buses = 1.03 li/min

2. TAUX D'APPLICATION

2.1 Comment mesurer la vitesse de travail

1ière méthode

$$\text{Vitesse km/hre} = \frac{\text{Distance parcourue en m} \times 3.6}{\text{Temps en seconde pour voyager}} = \text{km/hre}$$

Exemple: On a parcouru 36 m en 18 sec.

$$\text{Vitesse:} \quad \frac{36 \text{ m}}{18 \text{ sec}} \times 3.6 = 7.3 \text{ km/hre}$$

2ième méthode

Plus facile, il s'agit de mesurer une distance de 20 mètres et vérifier le temps en seconde (1 km/hre = 16.66 m/min d'où 20 m = 72 sec)

$$\text{Vitesse km/hre} = \frac{72}{\text{Temps sec. pour voyager 20 mètres}}$$

Exemple: Si ça prend 12 secondes pour parcourir 20 mètres la vitesse sera de $\frac{72}{12} = 6$ km/hre

2.2 Taux d'application à l'hectare

(**Note:** Les réservoirs sont gradués en gallons canadiens, américains ou en litres, on ne peut se fier à leur calibrage).

. Placer le pulvérisateur et le tracteur sur un terrain plat.

. Remplir le réservoir complètement ou partiellement. Faire fonctionner le pulvérisateur pour remplir pompe et boyaux. Plonger une baguette de bois et faire une marque pour indiquer le niveau d'eau.

. Mesurer dans un endroit dégagé une longueur de 100 mètres délimitée par deux piquets, de préférence un champ semblable où aura lieu la pulvérisation.

. Régler la pression et vitesse d'avancement telles que prévues.

. Avancer et mettre le pulvérisateur en marche en passant au-dessus du premier piquet, fermer en passant au-dessus du deuxième. Faire de même au retour.

. Remplir le réservoir au niveau de départ à l'aide d'un récipient gradué en litres tout en comptant le nombre de litres qu'il faut.

Calculer le taux d'application avec la formule suivante:

$$\text{Débit à l'hectare} = \frac{\text{Nombre de litres ajoutés X 50}}{\text{Largeur d'arrosage en mètres}}$$

50 = facteur de conversion 1 ha = 10 000 m et notre longueur parcourue est de 200 m

Points à surveiller lors de la pulvérisation

. Maintenir la vitesse d'avancement au sol et la révolution du moteur égale.

. Travailler en ligne double.

. Surveiller la pression et le débit des buses.

. Maintenir la rampe de pulvérisateur le plus parallèle possible au sol.

. Surveiller les obstacles (arbres, clôtures, etc.).

5. L'INCORPORATION AU SOL DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

L'incorporation au sol des produits phytosanitaires n'est pas chose facile parce qu'il ressort de très grandes variations qui existent dans l'incorporation obtenue suivant l'état des sols et la façon dont sont utilisés les outils. Bref, les variations de texture, de structure et d'humidité modifieront la façon dont la terre se brisera en avant des pièces travaillantes et s'écoulera le long des outils.

L'équipement

La profondeur atteinte par les pièces travaillantes des outils n'est pas la seule donnée à mentionner. Les dents, les socs, les disques peuvent être de taille et de forme différentes. La vitesse de travail, le nombre de passage c'est autant de facteurs qui devraient être considérés.

Le produit à incorporer

On prendra plus de soin lorsque par exemple, le produit devra se trouver étalé sur toute l'épaisseur de terre dans laquelle les semences ont des chances de germer. On deviendra très strict si le produit laissé à la surface du sol doit perdre rapidement ses propriétés, soit qu'il se décompose à la lumière, soit surtout que volatil, il s'évapore facilement. Dans ce dernier cas laisser 50% du produit à la surface par une mauvaise incorporation diminue la matière active du produit qui se fixerait dans le sol.

Quel outil à dents à utiliser?

Dans la pratique le vibroculteur muni de ses rouleaux émotteurs sera le plus souvent l'outil à employer. Le vibroculteur enfouit et mélange au sol la terre de surface favorisant ainsi l'incorporation des herbicides au sol.

En 1987 on n'a fait qu'une très petite utilisation de l'incorporation parce qu'on n'est pas sûr des résultats qu'on obtiendra. Cela dû au ralentissement de la capacité des machines en période de semis parce que l'efficacité des machines est diminuée par le temps pris pour remplir les réservoirs. Le temps favorable à la période de semis n'est pas toujours très longue c'est pourquoi l'agriculteur préfère semer et traiter les mauvaises par une deuxième opération.

6. CONCLUSION

Le pulvérisateur est un appareil de très grande précision. Pour obtenir le résultat attendu l'opérateur doit connaître sa machine parfaitement et avoir suffisamment d'entraînement pour pouvoir obtenir le maximum d'efficacité. L'application sera réussie si l'herbicide est utilisé au bon moment et surtout à la dose recommandée et, avec le bon équipement.

1987-09-16
/cmd

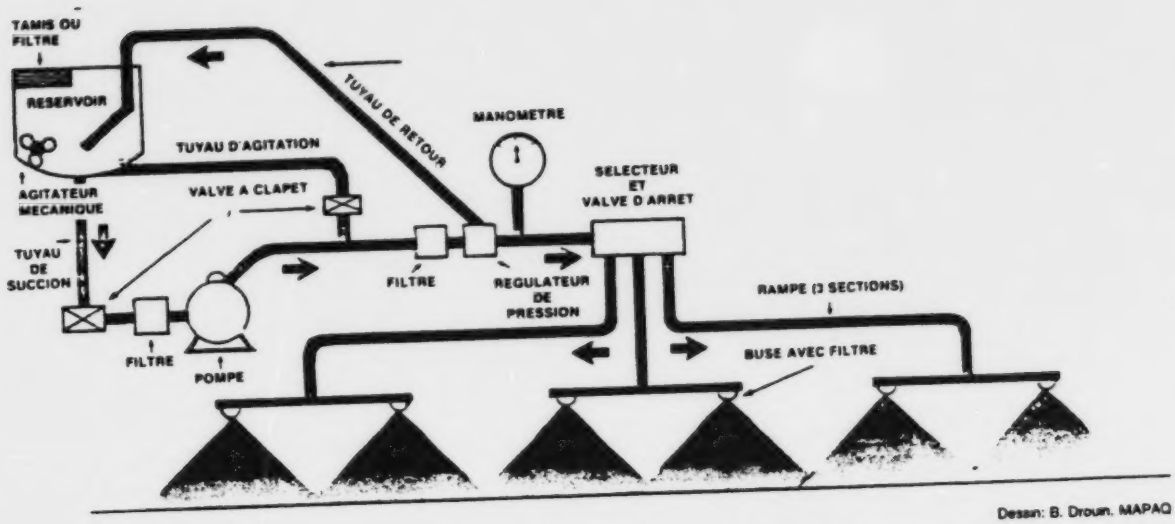
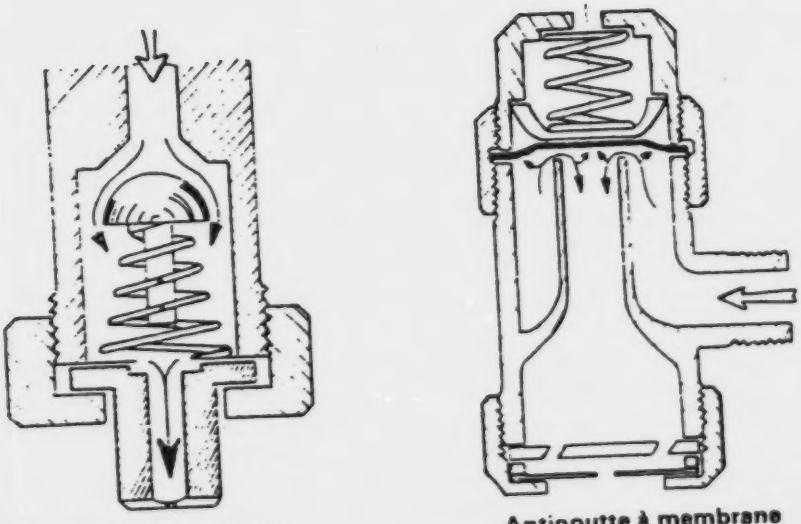


Figure 1 Schéma d'un pulvérisateur à rampe servant à l'application des pesticides.



Antigoutte à clapet

Antigoutte à membrane

Figure 2 — Types d'antigouttes

Tableau 1 Caractéristiques des pompes pour pulvérisateurs.

Pompe	Débit ℓ/min (gal/min)	Vitesse TPM	Pression Max. kPa (lb/po²)	Indice du coût*	Produits pompés
Rouleaux	0-160 (0-35)	600-1800	1700 (250)	1	Non abrasif
Diaphragme	5-50 (1-10)	200-1200	1000 (150)	3	Abrasif
Pistons	0-300 (0-60)	500-1000	5500 (800)	4	Abrasif
Centrifuge	0-800 (0-150)	1000-6000	400 (60)	2	Abrasif

* L'indice 1 réfère à la pompe la moins dispendieuse.

Tableau 2 Ajuster la hauteur de la rampe au-dessus du sol ou de la végétation selon les tableaux suivants:

Angle de dispersion	Ecartement entre buses	Hauteur de la rampe
65°	50 cm	56 cm
80°	50 cm	46 cm
110°	50 cm	50 cm

Référence : Ciba Geigy

Tableau 3 Quelques temps de chute de gouttes suivant leur taille:

Taille de goutte en microns	Temps en secondes
10	250
20	65
50	10
100	2.17
200	1.00
500	0.40

Référence: Cultivar Décembre 1984

Tableau 4. Types de buses

TRAITEMENTS	PINCEAU 80°	PINCEAU 110°	ÉPANDAGE	FILET	TURBULENCE	MIROIR
Herbicide à incorporer	++	++	++	-	-	+
Herbicide en prélevée	++	++	-	-	-	-
Herbicide en postlevée	++	++	-	-	-	-
Herbicide + engrais liquide sur sol nu	+	+	++	-	-	+
Herbicide + engrais liquide sur culture	+	+	+	-	-	-
Engrais liquide clair sur sol nu	+	+	++	-	-	++
Engrais liquide clair sur culture	-	-	++	++	-	-
Insecticides, fongicides	++	++	-	-	++	-

++ Conseillé + Efficacité moyenne - A éviter

Tableau 5. Évolution comparative du débit de buses à jet pinceau en fonction de leur matériau de construction (source Shell UK.)

BUSE	MATÉRIAU	DÉBIT INITIAL (l/mn)	DÉBIT APRÈS				VARIATION (%)
			10 h	20 h	30 h	40 h	
APG 110	Alumine	1,66	1,67	1,67	1,70	1,70	2,4
41 10 12	Polypropylène	0,64	0,69	0,70	0,74	0,77	20,3
F 110 02	Kémétal	0,84	0,93	0,99	1,10	1,20	42,9
F 110 150	Laiton	0,95	1,25	1,37	1,41	1,45	52,6
F 80 15	Acier inox.	0,91	0,94	0,97	1,01	1,07	17,6
LF 2 100	Laiton	0,78	1,08	1,15	1,20	1,25	60,2
LF 2 100	Acier inox.	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	19
110 02	Laiton	0,85	1,10	1,28	1,50	1,60	88,2
SS 110 02	Acier inox.	0,90	0,93	1,00	1,05	1,10	22,2

REFERENCES

Pulvérisateurs agricoles 1974, Publication 1482 Agriculture Canada, Ottawa Canada.

Crops chemicals, 1976, Fundamentals of machine operation, John Deere Service Publications Dept. F., John Deere Road, Moline Iowa 61265 USA.

Journée d'information sur la malherbologie, 1986, C.P.V.Q., M.A.P.A.Q.

Cours de formation en techniques d'application de produits phytosanitaires 1987, Ceba-Geigy Canada.

Cultivar Décembre 1984, Spécial Desherbage No 178.

Entreprises agricoles No 184, Novembre 1985.

Pulvérisateurs agricoles, Octobre 1983, Norme française homologuée.

France agricole, Mars 1984.

LES MELANGES DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES:

LA PRUDENCE EST DE MISE

PREPARE PAR

RICHARD DESROSIERS, agronome-professeur

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DES PECHERIES
ET DE L'ALIMENTATION DU QUEBEC

INSTITUT de TECHNOLOGIE AGRO-ALIMENTAIRE
LA POCATIERE

LES MELANGES DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES: LA PRUDENCE EST DE MISE

1. INTRODUCTION

Si de nombreux producteurs pratiquent les mélanges, c'est parce qu'ils y trouvent certains avantages indiscutables. Le fait de mélanger des produits phytosanitaires permet d'économiser un ou des passage(s) sur la culture traitée. Cela se traduit par un gain de temps et par un gain d'énergie. Cette pratique permet aussi au producteur de diminuer la compaction du sol surtout en terres lourdes et après de fortes précipitations. Ils le font aussi pour obtenir un plus large spectre d'activités sur les organismes nuisibles, comme par exemple les mauvaises herbes, ou encore pour augmenter l'efficacité sur des organismes plus coriaces. Ils le font aussi pour améliorer le potentiel de la matière active en ajoutant des adjuvants par exemple. Quelquefois, ils mélangent pour répondre à une lacune dans une prodcution donnée parce que l'industrie n'offre aucune arme chimique adéquate.

Donc, il est indéniable que le mélange de produits phytosanitaires est une pratique courante et un précieux atout. Mais attention, il peut être aussi dangereux. Qui n'a jamais été mis devant une bouillie qui mousse, qui tourne à la mayonnaise, une obturation de buses....? En d'autres circonstances, les pépins sont plus sérieux: des dégâts passagers sur la culture ou carrément une destruction de celle-ci, un traitement moins efficace ou la détoriation du matériel. Une économie qui peut coûter gros.

Ces risques potentiels au niveau des mélanges sont dus à plusieurs facteurs. Premièrement, les formulations commerciales sont de nature très complexe. Deuxièmement, tous les produits ne font pas bon ménage. Enfin, il faut s'interroger sur le bien-fondé d'une telle pratique par rapport à la plante cultivée et aux organismes nuisibles.

2. LES FORMULATIONS COMMERCIALES SONT COMPLEXES

Pour qu'un produit soit disponible sur les tablettes, il faut qu'il soit homologué. La procédure d'homologation offre donc les meilleures garanties d'efficacité, de sélectivité et d'inocuité vis-à-vis l'environnement que le producteur est en droit d'attendre. Donc, un produit commercial utilisé seul, généralement en dilution dans l'eau s'emploie aisément et assure les effets biologiques pour lesquels sa vente a été autorisée; si un mélange avec d'autres produits est possible, l'étiquette l'indiquera.

On sait que les mélanges autorisés sont quand même faibles. Qu'est-ce qu'on sait des répercussions, lorsque le producteur décide de mélanger deux, trois produits ou encore un quatrième voire même un cinquième en incluant ici des adjuvants et les engrais solubles comme cela se pratique en horticulture?

Que se passe-t-il dans la cuve du pulvérisateur en ce qui a trait à la toxicité du mélange face à l'utilisateur et à l'environnement? Comment la plante traitée ou l'organisme nuisible réagiront-ils à tous ces produits à la fois? On vient donc de créer une situation qui peut réduire à néant le bien fondé de la procédure d'homologation.

Lorsqu'une firme découvre une matière active intéressante, cela prend un minimum de dix années de travail pour accumuler les informations nécessaires à l'homologation. De plus, cette matière active est rarement utilisable à l'état pur; il faut la rendre facile d'emploi, transportable, stockable et disponible biologiquement au niveau de la plante à protéger et des organismes cibles pour qu'elle soit le plus efficace possible. Partant de ces faits, il faut donc y adjoindre d'autres substances. C'est ce qu'on appelle la formulation. Il y a sur le marché, un nombre important de formulations comme on peut le vérifier dans le tableau 1.

Dans chacune de ces formulations, il peut exister une panoplie d'adjuvants qui sont nécessaires afin de rencontrer les objectifs cités précédemment. Par exemple, on va utiliser des mouillants pour augmenter les possibilités d'échange entre le produit et la cible. Grâce aux mouillants ou tensio-actifs, les gouttes de pulvérisation s'étalent sur les feuilles. Le juste dosage est de mise car une trop grande quantité occasionnerait un lessivage important, donc une perte de matières actives. Il peut arriver qu'une matière active se transforme ou perde de son efficacité en fonction du pH du milieu. Le chimiste utilisera alors des produits tampons qui vont équilibrer le milieu pour que la matière active reste stable et efficace. Un dernier exemple: la bouilie doit aussi rester homogène et garder la même concentration en matière active du début à la fin de la parcelle. Comme dans beaucoup de cas, la matière active est rarement miscible avec l'eau, le formulateur a recours à des dispersants et à des émulsifiants. Ceux-ci obligent les particules solides ou liquides à rester dispersées et les empêchent de s'agglomérer.

C'est ainsi que pour chaque formulation commerciale, nous retrouvons la matière active et une série d'éléments (Tableau 2). Donc à jouer au chimiste nous-même en mélangeant des pesticides, on risque de détruire le savant équilibre établi.

3. MELANGE DE MELANGES

En général, les mélanges comprenant des formulations de même type ne posent pas de problèmes car les adjuvants employés sont très voisins. Dans le cas de mélanges de formulations différentes, ceux-ci nécessitent de la vigilance, car ils ont des caractéristiques physiques parfois antagonistes.

- **Mélanges de concentrés émulsionnables (EC)**

Si les matières actives sont compatibles, le mélange ne pose pas de problème, car la nature de chacun des adjuvants est très voisine. Ils sont précisément étudiés pour obtenir une émulsion stable. Le pire qui peut survenir est que l'émultion obtenue soit moins bonne que celle obtenue par la dilution d'un seul produit.

- **Mélanges de poudres mouillables (WP)**

Si les matières actives sont compatibles, le mélange ne causera pas de problèmes. Encore une fois, les caractéristiques des adjuvants utilisés sont très semblables. Les suspensions obtenues sont généralement miscibles sans problème. Le système d'agitation doit être en marche avant l'introduction des produits dans la cuve qui sera remplie d'eau aux deux tiers. Ainsi, il n'y aura plus d'air dans les tubulures si l'agitation est hydraulique. Si l'agitation est mécanique, le système sera immergé totalement. On évitera ainsi la formation de mousse. (4:49)

- **Mélanges de concentrés émulsionnables et de poudres mouillables (EC + WP)**

Le premier obstacle à ce type de mélange est dû à des phénomènes physico-chimiques car les adjuvants de ces formulations sont différents.

Quant on effectue ce genre de mélange, on perturbe l'équilibre des émulgateurs et on change la stabilité de l'émulsion; d'où risque de formation d'amas ou de dépôts.

Si les matières actives sont compatibles, il faudra obligatoirement respecter l'ordre suivant lors du mélange. Premièrement verser la poudre mouillable, ensuite agiter et verser le concentré émulsionnable tout en maintenant l'agitation.

- **Mélanges de suspension concentrée + concentré émulsionnable (SC + EC)**

  Si les matières actives sont compatibles, ce type de mélange ne pose pas de problème particulier. L'ordre à respecter pour le mélange est SC puis EC. (4:49)

- **Mélanges de suspension concentrée + poudre mouillable (SC + WP)**

  Si les matières actives sont compatibles, ce type de mélange ne pose pas de problème. L'ordre à respecter est la poudre mouillable puis la suspension concentrée. (4:49)

- **Mélanges de concentré soluble + poudre mouillable (SL + WP)**

  Si les matières actives sont compatibles, ce type de mélange ne pose pas de problème. L'ordre à respecter pour le mélange est la poudre mouillable puis le concentré soluble. (4:49)

- **Mélanges de suspension de capsules + concentré émulsionnable (CS + EC)**

  Ce type de mélange pose de sérieux problèmes, car il y a risque de solubilisation partielle ou totale de la capsule en prolymère par le solvant du concentré émulsionnable, ce qui aura pour conséquence de diminuer considérablement la rémanence due à la microencapsulation. Ce mélange est donc à proscrire. (4:50)

- **Mélanges engrais liquides + produit phytosanitaire**

  Le mélange engrais liquide + produit phytosanitaire n'est compatible que pour quelques cas, azote-herbicide. Dans les autres cas, il est généralement déconseillé parce que les engrais liquides sont des solutions salines concentrées dans lesquelles il est difficile d'avoir une suspension ou une émulsion stable.

De plus, les caractéristiques de pulvérisation sont très différentes. Les buses utilisées pour les engrais sont de types filet ou d'épandage. Ceci donne une répartition très grossière sur le sol ou la végétation. Ce point, à lui seul, doit faire renoncer au mélange engrais + produit phytosanitaire, car qui dit produit phytosanitaire dit pulvérisation de qualité, c'est-à-dire une quantité d'impact suffisant et une bonne répartition.

4. LES COMPATIBILITES

Comme on l'a vu précédemment, tous les mélanges ne font pas bon ménage. Certains mélanges sont possibles et sécuritaires parce qu'indiqués sur l'étiquette ou approuvés par les services techniques du fabricant. Donc, avant de se lancer comme chimiste pour une bonne cause, il faut réfléchir à plusieurs points iimportants. Il ne faut jamais oublier que le seul à en supporter les conséquences est le producteur.

Il existe plusieurs types de compatibilité lorsqu'on mélange des produits phytosanitaires.

- **Compatibilité agronomique**

La première chose à se demander: est-il justifié sur le plan agronomique de combiner deux ou trois traitements?

Avant de combiner des produits phytosanitaires, il faut que les dates d'application concordent. Cette date d'application dépend du stade de la culture, du stade d'évolution de l'organisme nuisible et des conditions climatiques. Le choix est donc de faire chaque traitement au moment opportun avec une très bonne efficacité ou en faire un seul, acceptant un compromis et une efficacité moyenne.

Généralement, pour les traitements phytosanitaires, on se doit de respecter le volume de bouillie à utiliser à l'hectare et le matériel d'application notamment les buses (finesse des goutelettes). Sur un sol nu, il n'y a évidemment aucun risque dans la mesure où la localisation des produits dans le sol n'est pas différentes. Sur la végétation, les risques sont tout autres, car on connaît mal présentement les réactions de la plante cultivée ou de l'organisme nuisible à de tels mélanges. Les réactions qui s'ensuivent peuvent varier selon le climat et les conditions de traitement.

- **Compatibilité biologique**

Un point délicat: quelles répercussions le mélange a-t-il sur l'organisme nuisible et sur la plante à protéger? Il faudra toujours avoir à l'esprit qu'il peut y avoir les cas suivants.

Synergie : c'est-à-dire renforcement des efficacités.

Addition : action simultanée des composantes du mélange égale à la somme des réponses d'un organisme à chaque matière active prise individuellement.

Antagonisme : action simultanée des composantes du mélange inférieure à la somme des réponses d'un organisme à chaque matière active prise individuellement.

D'un autre côté, si on parle en fonction de la plante cultivée, qui est en contact ou qui absorbe les éléments du mélange, il y a sûrement des impacts qui sont imperceptibles à l'oeil nu. Ces derniers peuvent avoir une incidence sur le rendement, la nutrition, la vigueur, la susceptibilité à certains parasites ou à la toxicité non apparente de la plante cultivée. Bien malin celui qui pourrait avec exactitude clarifier ce qui se passe au niveau du métabolisme de la plante cultivée lors de l'application de tels mélanges.

- **Compatibilité physique**

C'est un phénomène observable qui se traduit par une instabilité dans la cuve de pulvérisation. C'est-à-dire, apparition de dépôts, d'une floculation ou d'une augmentation de la viscosité.

- **Compatibilité chimique**

Ce phénomène est impossible à déceler visuellement. S'il y a réaction chimique dans le mélange, il est pratiquement certain qu'au moins une des composantes sera dégradée, donc perdra de son efficacité, d'où incompatibilité chimique.

Cette dégradation aura pour conséquence de modifier l'efficacité, la persistance d'action du traitement ou la sélectivité vis-à-vis la culture traitée.

5. CONCLUSION

Pour réussir un traitement, il faut d'abord réussir sa bouillie, ce qui demande certaines précautions quand on décide de mélanger plusieurs produits phytosanitaires ou autres entre eux.

1. Vérifier sur l'étiquette, sur une charte de compatibilité ou auprès des services techniques du fabricant. Il est possible de testerla compatibilité physique mais ce test ne produira pas nécessairement les conditions réelles de dilution dans la cuve.

2. Respecter l'ordre d'addition des produits lors de la préparation du mélange.

3. Pulvériser le mélange le plus rapidement possible après la préparation. Il est impératif de respecter ce facteur, car il peut y avoir perte progressive de concentration et donc d'efficacité des matières actives dans un mélange. Il faut aussi maintenir en marche le système d'agitation jusqu'au traitement. Si non, il risque de se produire un dépôt difficile à redisperser dans la cuve et la tubulure. Après chaque traitement, le matériel sera obligatoirement rincé minutieusement pour éliminer les dépôts résiduels. Il vaut mieux faire ce rincage rapidement après le traitement car plus les dépôts sont vieux, plus ils sont solides et plus ils adhèrent à la cuve, à la tuyauterie, aux joints, aux filtres et aux buses. (4:50)

La prudence est de mise.

TABLEAU 1

Les appellations des formulations (5:43)

Abréviation	Nom de la formulation	
EC	Concentré émulsionnable.	Préparation commerciale constituée par le liquide à disperser et l'agent émulsionnant, destinée à donner une émulsion avec le liquide dispersant.
SC	Suspension concentrée.	Suspension stade de matière(s) active(s) dans un liquide, pour emploi après dilution dans l'eau.
SL	Concentré soluble.	Formulation liquide homogène destinée à être appliquée après dilution dans l'eau sous forme de solution vraie de la matière active.
WP	Poudre mouillable.	Formulation pulvérulente destinée à être dispersée dans l'eau en vue de son application.
EW	Emulsion de type acqueux ou émusion acqueuse.	Emulsion dont la phase continue est aqueuse.
CS	Suspension de capsules.	Formulation fluide hétérogène composée de capsules dispersées dans un liquide et destinée à être appliquée après dilution dans l'eau sous forme de suspension.
SG	Granulés ou comprimés solubles dans l'eau.	Formulation constituée de granulés ou comprimés, destinée à être appliquée sous forme de solution de la matière active après dissolution dans l'eau mais pouvant contenir des matières inertes insolubles.
WG	Granulés ou comprimés à disperser dans l'eau « Dry Flowable ».	Formulation constituée de granulés ou comprimés, destinée à être appliquée après délitage et dispersion dans l'eau.
DP	Poudre pour poudrage.	Poudre fluente applicable pour poudrage.
MG	Microgranulé	Produit solide fluent, se présentant sous forme de particules de dimensions définies, prêt à l'emploi.
UL	Liquide pour application à très bas volume.	Liquide homogène prêt à l'emploi dans un appareil de traitement à très bas volume (TBV).

TABLEAU 2

Quinze ingrédients pour formulations (5:43)

	Type de la formulation										
Nature des adjuvants	EC	SC	SL	WP	EW	CS	SG	WG	DP	MG	UL
Eau		+	(+)		+						
Solvant organique miscible à l'eau	(+)	(+)	(+)			(+)				(+)	
Solvant organique non miscible dans l'eau	+	(+)			+						+
Huile	(+)	(+)			+						
Agent de surface mouillant		+		+		(+)	(+)	+		(+)	
Agent de surface dispersant		+		+		(+)	(+)	+		(+)	
Emulgateur	+	(+)			+						
Poudre inerte insoluble, minérale ou organique				+				+	+		
Antimousse		+		+		(+)	+	(+)		(+)	
Conservateur		(+)						(+)			
Support granulé										+	
Stabilisant tampon désactiveur	(+)			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Macromolécule		+		(+)	(+)	(+)				(+)	
Pigment		(+)		(+)	(+)	(+)		+	(+)	(+)	
Colorant	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	+	

Adjuvants obligatoires : + Adjuvants facultatifs : (+)

REFERENCES

1. **BAUER, Thérèse.** Le marathon d'une molécule homologuée. Entreprises agricoles, No 188, mars 1986, pp. 45-47.

2. **DEROT, P.** et **P. VILLEROY.** La compatibilité des engrais fluides avec les produits phytosanitaires, dans Phytoma. Juillet-août 1980, pp. 30-32.

3. **DEROT, P.** et **L. JORDAN.** La compatibilité des engrais fluides avec les produits phytosanitaires - 11, dans Phytoma. Septembre-Octobre 1980, pp. 14-16.

4. **DUBOIS, Gérard.** Mélanges oui, mais prudence, dans cultivar 2000, dossier désherbage. Juin 1987, No 213, pp. 47-50.

5. **VINCENT, M.-H.** Formulation "habillage de la molélcule", dans Entreprises agricoles, No 188, mars 1986, pp. 42-44.

6. **VINCENT, M.-H.** Mélanges sur le fil du rasoir entre économies et risques, dans Entreprises agricoles, No 188, mars 1986, pp. 49-51.

REPRESSION DE LA PRELE DES CHAMPS DANS LE MAÏS-GRAIN ET LES CEREALES A PAILLE

Conférence présentée le
4 novembre 1987 lors de
la journée d'information sur
la malherbologie

Préparée par

LUC VEZINA
Service de recherche en phytotechnie de Saint-Hyacinthe, MAPAQ.

DANIEL CLOUTIER
Ferme expérimentale de l'Assomption, Agriculture Canada.

RAYMOND DEQUOY
Bureau régional de renseignements agricoles de Saint-Hyacinthe, MAPAQ.

INTRODUCTION

La prèle des champs est l'une des mauvaises herbes les plus communes dans les champs de maïs et de céréales à paille du Québec. Elle peut occasionner des pertes de rendement appréciables. L'établissement d'infestations de l'espèce et le développement des peuplements établis semblent en progression. Dans le présent exposé, les éléments suivants sont présentés: 1) quelques renseignements sur la biologie et l'écologie de la plante nécessaires à la compréhension du problème qu'elle cause dans les champs de maïs et de céréales; 2) une revue sommaire sur l'efficacité des herbicides utilisés dans ces cultures; et 3) les principaux résultats d'une étude de l'efficacité de diverses successions d'interventions herbicides utilisées dans les céréales et le maïs, cultivés en monoculture ou en rotation, a réprimer des peuplements de la prèle des champs.

1. Importance du problème de la prèle des champs dans les grandes cultures

1.1 Fréquence et importance des infestations

Au début du siècle la prèle des champs (Equisetum arvense L.) a été mentionnée comme étant un problème dans quelques champs au Québec (Marie-Victorin, 1927). Depuis, le nombre et le niveau des infestations de la plante dans les champs de maïs et de céréales à paille ont augmenté et elle est considérée comme l'une des espèces les plus communes dans ces cultures. Selon l'inventaire des mauvaises herbes effectué dans les régions de Québec, des Cantons de l'Est, du Richelieu, du Sud-Ouest de Montréal et de l'Assomption de 1980 à 1984 (Doyon et al., 1986), la présence de la prèle a été notée dans 79% et 69% des champs de maïs et de céréales visités (tableau 1). Dans un peu plus de 5% des champs de céréales inventoriés, la densité des tiges était de plus de 25 tiges au m² (tableau 2). Dans la région du sud-ouest de Montréal, ce niveau d'infestation était observé dans environ 15% des champs.

1.2 Nuisance

Au Québec, la prèle des champs cause des pertes de rendement considérables lorsqu'elle est présente à une densité de 280 tiges au m² et plus dans le maïs (Cloutier et Watson, 1984). En Ontario, une densité de 150 tiges au m² a réduit le rendement du maïs-grain dans 25% des expériences (Wagner, 1980). La compétition s'effectue durant les premières semaines après la levée du maïs.
La nuisance semble moins évidente dans les cultures de céréales . A Saint-Hyacinthe, des densités de 100 tiges et moins au m² n'ont pas occasionné de diminution de rendement des céréales (Cloutier et Watson, 1984). Par contre, à une densité de 75 tiges au m², la prèle a causé des pertes de rendement de presque 20% dans l'orge (Vézina et Moreau, 1985 et 1986a). Cependant, à une densité de 110 tiges au m², elle a entraîné une diminution du rendement de 7% dans le blé (cv. Max) (Vézina, 1987). La mauvaises herbe peut nuire également à la récolte des céréales en bloquant la machinerie (Hoyt et Carder, 1962). Elle peut aussi proliférer dans les drains souterrains et entraver la libre circulation de l'eau.

1.3 Propagation et répression mécanique

La prèle des champs se propage surtout végétativement par la production de rhizomes et de tubercules. Une fois établie, 50% de ses rhizomes sont distribués à plus de 25 centimètres de profondeur dans le sol. Les rhizomes peuvent survivre trois ou quatre ans dans le sol (Cody et Wagner, 1981). Considérant aussi sa grande capacité à se regénérer, il n'est donc pas surprenant que les interventions mécaniques soient peu efficaces (Cloutier et Watson, 1985). Leur effet n'est que temporaire et elles peuvent tout au plus empêcher les tiges de nuire au cultures durant quelques jours.

1.4 Développement d'infestations

Le développement et l'utilisation d'herbicides sélectifs ont permi de bien réprimer plusieurs mauvaises herbes importantes dans les champs de maïs et de céréales. La présence de ces espèces prévenait l'implantation de la prèle dans les champs et leur élimination a libéré une niche écologique pour celle-ci. Cette espèce infeste souvent des fossés situés en bordure des terrains agricoles, d'où elle se propage, dans les champs. Le niveau des infestations peut augmenter grandement lors de la réfaction des fossés et du nivellement des terrains si le sol est infesté.

La majorité des interventions herbicides utilisées durant la saison de croissance des cultures ont une action de courte durée. Le stade idéal pour traiter la prèle avec un herbicide en post-émergence est lorsque la majorité des tiges ont émergées. Il est difficile d'intervenir à ce stade car il est atteint au milieu de la saison. Certains produits ont un effet prolongé mais ne peuvent être appliqués qu'en absence de toutes cultures.

Afin d'empêcher l'établissement de nouvelles infestations, de contrer le développement des peuplements déjà établis ou de les diminuer à des niveaux de faibles densités, les régies de cultures les plus avantageuses et les programmes d'interventions herbicides les plus efficaces doivent être prévilégiés.

2. Revue sommaire de l'efficacité de quelques herbicides

De très nombreux essais ont été effectués depuis 1930 pour évaluer l'efficacité des herbicides à réprimer la prèle des champs. Des revues détaillées ont été faites par Hoyt et Carder (1962), Wagner (1980) et Marshall (1984).

Parmi les herbicides apparentés chimiquement aux régulateurs de croissance, le MCPA s'est avéré être plus efficace que le 2,4-D, le dicamba et le mécoprop. La formulation ester du 2,4-D est plus efficace que la formulation amine (Wood et Bourns, 1949). La majorité des herbicides répriment bien les tiges présentes au moment de l'application mais la plante se refait ensuite plus ou moins rapidement.

Le meilleur moment pour intervenir avec des herbicides est lorsque la plupart des tiges d'un peuplement sont émergées du sol et bien développées (Adamson,

1954; Hoyt, 1954). Ce stade est atteint à partir du début de juillet sous nos conditions. En Alberta, le MCPA appliqué à ce stade de la plante a entraîné l'année suivante une diminution du regain de la prèle (Hoyt et Carder, 1962).

L'EPTC+(ERADICANE) peut empêcher le développement des tiges durant les premières semaines de la saison (Watson et al., 1980 et 1981). Son action est variable selon les conditions climatiques et dépend surtout de la qualité de l'enfouissement de l'herbicide dans le sol (F. Plante, communication personnelle). Les triazines, quant à eux, sont peu ou pas efficaces à réprimer la prèle des champs (Palfrey et Selwyn-Smith, 1970).

Plusieurs herbicides à action totale ont un effet de plus longue durée. Il s'agit de l'amitrole-T et du fosamine amonium (Carder, 1961; Hoyt et Carder, 1962; Maltais et Moreau, 1979), des fumigants (Deerkop et Hiller, 1977) et des herbicides utilisés dans d'autres cultures, comme le dichlobénil (Ryan, 1976). L'action prolongée et efficace de l'amitrole-T et du dichlobénil se manifeste le plus souvent sur une période de deux à trois ans.

3. Programmes d'interventions herbicides utilisés dans le maïs-grain et les céréales à paille.

Une étude a été réalisée sur un terrain de 2,4 hectares situé près de Saint-Hyacinthe et infesté par la prèle. Elle avait pour but de mesurer l'efficacité de divers programmes de désherbage chimique utilisés dans le maïs-grain et les céréales cultivés en monoculture et en rotation l'une avec l'autre (Vézina, 1987). Le niveau d'infestation original était de 69 tiges de prèle au m². L'orge de printemps (cv. Laurier) ou le maïs-grain (cv. Pioneer) ont été cultivés selon les séquences suivantes:

No	Séquence des cultures 1985	1986	1987
1.	maïs	maïs	maïs
2.	maïs	orge	maïs
3.	orge	maïs	orge
4.	orge	orge	orge

3.1 Agressivité des cultures à l'égard de la prèle des champs

Les résultats indiquent que la densité des tiges de la prèle des champs n'a pas augmenté dans les parcelles où l'orge était cultivée et la prèle non désherbée durant les trois années de l'expérience. Cependant, dans les parcelles de maïs où la prèle n'a pas été réprimée, la densité du peuplement a presque doublée; passant de 70 à 145 tiges au m² (tableau 3). Ailleurs, dans les autres parcelles non traitées, le peuplement a augmenté de 20 à 25 tiges au m² à la suite d'une année de maïs-grain et est resté presque stable à la suite d'une année

d'orge. Le blé d'automne, on le sait, connaît au début de la saison un développement plus rapide que les céréales de printemps. L'étude n'a pas pris en compte l'effet des régies de céréales d'automne, mais on peut supposer que l'agressivité des blés d'automne à l'égard de la prèle des champs est encore plus grande que celle de l'orge.

3.2 Efficacité des traitements utilisés dans les céréales.

Parmi les herbicides mis à l'essai en postlevée de l'orge, le MCPA a été le produit qui a le mieux réprimé la plante au début du mois de juin (tableau 4). Son action n'est que temporaire et la prèle, bien que supplantée par le feuillage de l'orge, a donné une repousse à la fin du mois de juin et au début de juillet. Au fil des années, ce traitement et les autres effectués à cette période de la saison n'ont pas entraîné un fléchissement de la densité de la population par rapport à celle présente dans les parcelles non désherbées (tableau 5).

3.3 Efficacité des traitements utilisés dans le maïs-grain.

Des traitements ont été faits en postlevée hâtive du maïs, au stade 5-8 feuilles de la culture (10-15 centimètres de hauteur), au début du mois de juin. A cette période de la saison, les premières tiges de la prèle viennent d'émerger du sol et sont peu développées, en particulier si le printemps est frais comme ceux de 1985 et 1986. Le mélange de MCPA et de bromoxynil (BUCTRIL M) a été le traitement le plus efficace (tableau 6). Le produit a bien détruit les tiges présentes au moment de l'application, mais d'autres tiges sont apparues en surface dès la fin du mois de juin. Ce traitement n'a pu, à lui seul, faire fléchir la densité du peuplement de la plante.

Quant à l'EPTC+ (ERADICANE), il s'est avéré efficace en 1985, donnant une très bonne répression de la mauvaise herbe jusqu'au début du mois de juillet. En 1986, le traitement a été moins bon et des tiges ont émergés du sol dès la mi-juin (tableau 6). Ce traitement répété durant deux et trois saisons n'a pas permis de réduire la densité du peuplement par rapport à celle du départ, mais il a empêché celle-ci de doubler comme ce fut le cas dans les parcelles témoins (tableau 7). L'herbicide doit être appliqué sur un sol bien réchauffé et il doit être incorporé dans les dix premiers centimètres du sol par le passage d'un sarcleur ou vibroculteur dans les deux sens du champs. D'une façon générale, l'action de l' EPTC^{+} est variable. Ceci est peut-être attribuable au synchronisme de son activité maximale avec l'émergence des tiges de la prèle.

Le MCPA, appliqué à la fin du mois de juin avec des jets dirigés entre les rangs du maïs, réprime toutes les tiges développées au moment du traitement (tableau 6). La plante donne cependant un certain regain plus tard en saison durant les mois de juillet et août. Cette intervention n'empêche pas la mauvaise herbe d'entrer en compétition avec le maïs durant les premières semaines après le semis. Répété à chacune des trois dernières saisons, le traitement a entraîné une diminution du peuplement de 23% par rapport au peuplement initial. La densité des tiges en 1987 est 38% de celle des parcelles non traitées où la densité a doublé de 1985 à 1987 (tableau 8). Il faudra cependant atten-

dre la repousse du printemps 1988 pour mesurer l'impact de la troisième application consécutive de MCPA, faite à la fin de juin 1987.

3.4 Efficacité des programmes d'interventions utilisés dans les céréales et le maïs-grain.

Des traitements herbicides ont été effectués après la récolte de l'orge. Ils ont été appliqués sur les parties aériennes de la prèle épargnées par le passage de la moissonneuse-batteuse et sur de nouvelles tiges qui ont émergées du sol au début du mois de septembre. L'amitrole-T a donné une bonne répression de la plante. La répression était de 90 à 96% l'année suivante et on comptait seulement de 2 à 4 tiges au m^2 (tableau 9). L'herbicide laisse des résidus dans le sol durant quelques mois et ne peut être appliqué immédiatement avant le semis d'une culture. Il n'est donc pas possible de semer des céréales d'automne dans les mois qui suivent. Par contre, les cultures semées l'année suivante ne seront pas endommagées, sauf le tabac jaune qui est sensible à cet herbicide. Utilisé en traitement localisé dans les prairies, les animaux ne peuvent paître durant les huit mois qui suivent. Le fosamine amonium (KRENITE) a également bien réprimé l'espèce mais son utilisation éventuelle sur les terres agricoles est peu probable.

Ces traitements herbicides à action totale ne peuvent être effectués que si il y a une repousse suffisante de la prèle des champs après la récolte. Dans la région de Montréal, ce regain s'effectue au début du mois de septembre, après la récolte des céréales. Ailleurs en province, dans les régions plus septentrionales, il est possible que l'émergence des tiges se manifeste trop tardivement et faiblement. Le sol doit être labouré après que l'action de l'herbicide se soit bien exercée; la plupart du temps deux semaines apres l'application.

Suite au traitement d'amitrole-T de l'automne 1985, les applications de MCPA/bromoxynil (BUCTRIL M) qui ont été faites au printemps 1986 et de MCPA faites au mois de juin 1987 ont empêché la prèle de réinfester rapidement le terrain (tableau 9). Deux ans après l'application de fin de saison d'amitrole-T, la densité des tiges était de 25% celle des parcelles non désherbées, tandis qu'elle n'était que de 11% là ou des applications de produits comportant du MCPA furent effectuées au cours des années subséquentes.

3.5 Résumé de l'efficacité des diverses successions de traitements herbicides.

Du tableau synoptique 10, on retient surtout que:

1) Les céréales à paille sont plus compétitrices que le maïs-grain à l'égard de la prèle des champs; la densité des tiges double en trois ans sur les espaces cultivés en maïs tandis qu'elle ne change pas là où l'orge est cultivé.

2) La majorité des herbicides utilisés pour le désherbage dans les céréales et le maïs ne donnent qu'une répression temporaire de la prèle des champs. De ces produits, le MCPA et les mélanges incluant du MCPA sont ceux qui répriment le

mieux les tiges présentes au moment de l'application.

3) Dans le maïs, les applications localisées de MCPA faites tardivement entre les rangs entraînent une légère diminution des populations alors que L'EPTC+ appliqué en présemis incorporé empêche celles-ci d'augmenter au fil des années.

4) Une application de fin de saison d'amitrole-T donne une répression de longue durée de la prèle des champs.

4. Conclusion

La propagation végétative efficace et le fort potentiel de régénération de la prèle des champs permettent aux populations d'augmenter rapidement pour atteindre des niveaux où la plante devient nuisible. Le producteur de grandes cultures, lorsque son plan de production le permet, aurait avantage à cultiver du blé ou de l'orge dans les champs infestés plutôt que du maïs; les céréales à paille étant plus agressives à l'égard de la mauvaise herbe. Il pourrait profiter de la mise en culture d'une céréale pour intervenir efficacement sur un regain de la plante après la récolte. La nuisance des fortes infestations de prèle est limitée par l'utilisation d'EPTC+ en présemis incorporé du maïs et de MCPA en postlevée hâtive des céréales ou du maïs. Dans le cas de monoculture de maïs, les successions de traitements incluant une ou des applications d'EPTC+ ou de MCPA en jets dirigés entre les rangs devraient être prévilégiées afin de diminuer légèrement les infestations ou empêcher qu'elles n'augmentent.

5. Références bibliographiques

Adamson, R.M. 1954. Herbicidal control of horsetail (E. Arvense). Res. Rept. Natl. Weed Com. (West. Section):41.

Carder, A.C. 1961. Effet of MCPA and 2,4-D on stand of field horsetail. Res. Rept. Natl. Weed Com. (West Section):26-27.

Cloutier, D. et A.K. Watson. 1984. Le problème de la prèle des champs au Québec. Rapport de la journée d'information en malherbologie, C.P.V.Q.: 123-128.

Cloutier, D. et A.K. Watson. 1985. Growth and regeneration of field horsetail (Equisetum arvense). Weed Sci. 33:358-365.

Cody, W.J. et V. Wagner. 1981. The biology of Canadian weeds. 49. Equisetum arvense L. Can. J. Plant Sci. 61:123-133.

Deerkop, D.A. et L.K. Hiller, 1977. The effet of soil fumigation of Equisetum arvense. Proc. West. Soc. Weed Sci. 30:72-73.

Doyon, D. Bouchard, C.-J. et R. Néron. 1986. Inventaire des mauvaises herbes dans les cultures du Québec, No I, II,III,IV,V (Régions agricoles, 2, 5, 6, 7 et 10). Serv. de Rech. en phytotechnie de Québec, MAPAQ.

Hoyt, P.B. 1954. The effect of 2,4-D and MCPA on field horsetail, E. arvense, and on yield of barley. Res. Rept. Natl. Weed Com. (West. Section):41.

Hoyt, P.B. et A.C. Carder. 1962. Chemical control of field horsetail. Weeds 10: 111-115.

Marie-Victorin, Frère. 1927. Les Equisétinées du Québec. Contrib. Lab. Bot. Univ. Montréal, No 9.

Marshall, F. 1984. A review of the biology of Equisetum arvense L. (field horsetail). Aspects of applied biology, 8:25-31.

Maltais, B. et G. Moreau. 1979. Répression chimique de la prèle des champs. Rap. Com. Exp. Malh. (Section Est):21.

Palfrey, G.D. et K.D. Selwyn-Smith. 1970. Control of horsetail in corn using an additive with atrazine. Rap. Rech. Com. Exp. Malh. (Section Est):321.

Ryan, G.F. 1976. Chemical control of field horsetail. Weed Sci. 24:401-404.

Vézina, L. et G. Moreau. 1985. Compétition de la prèle des champs avec l'orge. Rap. Rech. Com. Exp. Malh. (Section Est):513.

Vézina, L. et G. Moreau. 1986a. Compétition de la prèle des champs avec l'orge. Rap. Rech. Com. Exp. Malh. (Section Est):641.

Vézina, L. et G. Moreau. 1986b. Répression de la prèle des champs dans le maïs-grain. Rap. Rech. Com. Exp. Malh. (Section Est):237.

Vézina, L. 1987. Efficacité de divers programmes d'intervention herbicides utilisés dans le maïs-grain et les céréales, cultivés en monoculture ou en rotation, à réprimer la prèle des champs (E. arvense L.). En préparation.

Wagner, V. 1980. Competition and control of field horsetail (Equisetum arvense L.) in corn (Zea mays L.). M.Sc. thesis, faculty of Graduate Studies of the University of Guelph. 81 pp.

Watson, A., J. Straughton, A. Virly et D. Cloutier. 1980. Herbicides for horsetail control in corn. Rap. Rech. Exp. Malh. (Section Est):373.

Watson, A., J. Straughton et P. Landry. 1981. Herbicides for horsetail control in corn. Rap. Rech. Exp. Malh. (Section Est):398.

Wood, H.E. et J.J. Bourns. 1949. Controling field horsetail with 2,4-D. Proc. 3rd. Western Can. Weed Control Cont.:29.

TABLEAU 1

Pourcentage des champs visités où la prèle a été observée.

Région / Culture	Québec (02)	Cantons de l'Est (05)	Richelieu (06)	Sud-ouest de Montréal (07)	L'Assomption (10)
Céréale grainée	-	44	71	82	75
Céréale semis pur	-	63	82	72	62
Maïs	70	80	80	80	85

Source: Doyon, Bouchard, et Néron (1986).

\- Non disponible.

Tableau 2

Pourcentage des champs visités où la prèle a été observée à une densité plus grande que 25 tiges par m^2.

Région / Culture	Cantons de l'Est (05)	Richelieu (06)	Sud-ouest de Montréal (07)	L'Assomption (10)
Céréale grainée	2	0	14	2
Céréale semis pur	0	4	16	4

Source: Doyon, Bouchard, et Néron (1986).

TABLEAU 3

Densité des tiges de la prèle des champs dans des parcelles de terrain non désherbées, cultivées en orge ou en maïs-grain au cours des saisons de croissance de 1985, 1986 et 1987.

Séquence des cultures			Nombre de tiges au m² à la fin de chacune des saisons de croissance		
1985	1986	1987	août 1985	août 1986	août 1987
maïs	maïs	maïs	92	117	145
maïs	orge	maïs	95	92	118
orge	maïs	orge	70	99	103
orge	orge	orge	74	69	76

La densité des tiges était de 69 ± 6 tiges au m² au début de l'expérience (25 juin 1985).

Source: Vézina, 1987.

TABLEAU 4

Répression de la prèle des champs dans l'orge par des traitements faits au début du mois de juin 1986.

Traitement	Dose kg M.A./ha	Répression nombre de tiges au m²	
		11 juin	18 août
MCPA amine	0,85	10	72
Linuron/MCPA	0,28/0,55	15	73
2,4-D	0,55	59	78
témoin	--	65	76

Source: Vézina et Moreau, 1986a.

TABLEAU 5

Effet de l'application de MCPA en début de saison sur la densité des tiges d'un peuplement de prèle des champs dans une parcelle de terrain cultivée en orge durant les années 1985, 1986 et 1987.

Séquence des applications faites au début de juin			nombre de tiges au m² à la mi-août		
1985	1986	1987	1985	1986	1987
MCPA	--	--	74	78	73
MCPA	MCPA	--	71	76	78
MCPA	MCPA	MCPA	69	75	79
--	--	--	74	70	79

La densité des tiges était de 71 ± 7 tiges au m² au début de l'expérience (25 juin 1985).

--: aucune application d'herbicide. Source: Vézina, 1987.

TABLEAU 6

Répression de la prèle des champs dans la culture du maïs-grain, 1986.

Traitement	Période d'intervention	Dose Kg M.A./ha	Répression (0-100*) 20 juin	2 juillet	25 août
1. Dicamba	P-3 juin	0,50	15	0	0
2. Bromoxynil	P-3 juin	0,35	15	0	0
3. Bromoxynil/MCPA	P-3 juin	0,56	90	25	10
4. MCPA amine	PL-27 juin	0,85	--	98	50
5. EPTC+	Psi-24 avril	4,50	50	15	10
6. Témoin	--	--	0	0	0

P: postlevée PL: postlevée localisé Psi: présemis incorporée

* Répression: 0 = aucune répression des tiges de la prèle des champs
100 = 100% de répression des tiges de la prèle des champs

Source: Vézina et Moreau, 1986b.

TABLEAU 7

Effets d'applications d'EPTC faites en présemis incorporé sur le peuplement de la prèle des champs d'une parcelle de terrain cultivée en maïs-grain durant les années 1985, 1986 et 1987.

Séquence des applications			Nombre de tiges au m² à la mi-août		
1985	1986	1987	1985	1986	1987
EPTC+	--	--	39	79	111
EPTC+	EPTC+	--	31	68	90
EPTC+	EPTC+	EPTC+	34	65	68
--	--	--	92	117	145

La densité des tiges était de 70 ± 6 tiges au m² au début de l'expérience (25 juin 1985).
EPTC+: ERADICANE appliqué à 4,50 kg M.A./ha
--: aucune application d'herbicide.

Source: Vézina, 1987

TABLEAU 8

Effet d'applications localisées de MCPA effectuées entre les rangs de maïs-grain à la fin du mois de juin, sur un peuplement de prèle des champs.

Séquence des applications			Nombre de tiges au m² à la mi-août		
1985	1986	1987	1985	1986	1987
MCPA	--	--	46	86	124
MCPA	MCPA	--	55	50	78
MCPA	MCPA	MCPA	53	46	54
--	--	--	92	117	145

La densité des tiges était en moyenne de 70 ± 6 tiges au m² au début de l'expérience (25 juin 1985).
MCPA amine: 0.85 kg/ha appliqué entre les rangs
--: aucune application d'herbicide.

Source: Vézina, 1987.

TABLEAU 9

Effet prolongé d'une application d'amitrole effectuée après une récolte d'orge, au début de septembre 1985, sur un peuplement de prèle des champs.

Séquence des cultures et des traitements			Répression (0-100)*	
85-09-09	86-06-05	87-06-06	86-08-15	87-08-01
Chaume d'orge	maïs-grain	orge		
Amitrole-T	--	--	90	74
Amitrole-T	Bromoxynil/MCPA	--	96	86
Amitrole-T	Bromoxynil/MCPA	MCPA	96	89
--	--	--	0	0

* Répression: 0 : aucune répression des tiges
100 : 100% de répression des tiges

Source: Vézina, 1987

maïs: application de cyanazine.
-- : aucune application d'herbicide.

TABLEAU 10

Effet répressif de quelques successions de traitements herbicides effectués au cours des saisons de 1985, 1986 et 1987 sur une population de prèle des champs.

Séquence des cultures et des traitements			Pourcentage de diminution ou d'augmentation de la densité des tiges par rapport à la densité initiale
1985	1986	1987	
Orge	Orge	Orge	
MCPA(D); amitrole-T(F)	MCPA (D)	MCPA (D)	-85
MCPA(D); amitrole-T(F)	2,4-D (D)	2,4-D (D)	-75
MCPA(D)	MCPA (D)	MCPA (D)	0
2,4-D(D)	2,4-D (D)	2,4-D (D)	+ 6
--	--	--	+ 3
Maïs	Maïs	Maïs	
MCPA(L)	MCPA (L)	MCPA (L)	-23
EPTC+	EPTC+	EPTC+	- 6
Brom./MCPA (D)	Brom./MCPA (D)	Brom./MCPA (D)	+89
Brom. (D)	Brom. (D)	Brom. (D)	+105
--	--	--	+110
Orge	Maïs	Orge	
MCPA(D); amitrole-T(F)	Brom./MCPA (D)	MCPA (D)	-89
MCPA(D); amitrole-T(F)	Dicamba (D)	2,4-D (D)	-72
MCPA(D)	Brom./MCPA (D)	MCPA (D)	+24
MCPA(D)	Dicamba (D)	2,4-D (D)	+32
--	--	--	+32
Maïs	Orge	Maïs	
MCPA(L)	MCPA (D)	MCPA (L)	-13
Brom./MCPA (D)	MCPA (D)	Brom./MCPA (D)	+49
Brom.(D)	MCPA (D)	Brom. (D)	+43
--	--	--	+42

(D): début de saison (1-10 juin)
(F): fin de saison (début de septembre)
(L): traitement localisé entre les rangs (fin de juin-début de juillet)
Brom.: bromoxynil
-- : aucune application d'herbicide
maïs: application de cyanazine

BIOLOGIE ET REPRESSION DU PHRAGMITE COMMUN (PHRAGMITES COMMUNIS trin)

Conférence présentée le
4 novembre 1987 lors de
la journée d'information sur
la malherbologie

Préparée par

Luc Vézina
Service de recherche en phytotechnie de Saint-Hyacinthe
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Saint-Hyacinthe

1. INTRODUCTION

Le phragmite commun est l'une des plantes herbacées les plus cosmopolites des angiospermes. Depuis quelques années l'espèce est de plus en plus commune au Québec, particulièrement dans le sud-ouest de la province. On la rencontre fréquemment en milieu riparien, en bordure du fleuve Saint-Laurent et dans le bassin du canal de Beauharnois, mais aussi à l'intérieur des terres sur les terrains abandonnés, en bordure des routes et des voies ferrées, dans les canaux de drainage et plus récemment dans les champs de cultures pérennes. La biologie de cette plante a fait l'objet de nombreuses études effectuées un peu partout dans le monde. Les résultats d'expérimentations effectuées récemment sous nos conditions de croissance dans des habitats situés en milieu agricole, sur le développement, l'autoécologie et la répression mécanique et chimique du phragmite commun, sont présentés et discutés brièvement en regard de renseignements déjà acquis.

2. ORIGINE, DISTRIBUTION ET HABITAT

Le phragmite commun (Phragmites communis) est une espèce vivace de la famille des graminées. Elle est originaire de l'Afrique et de l'Asie centrales et sa distribution actuelle est considérée par plusieurs comme l'une des plus larges de tous les angiospermes (Holm et al. 1977). Elle est présente dans tous les continents, dans les régions distribuées sous le 70° de latitute nord.

On retrouve le plus souvent la plante dans des milieux ouverts semi-aquatiques, où le courant d'eau est faible et les inondations peu importantes ou saisonnières. Soit, sur les rives et dans les deltas de rivières et des fleuves, dans les fossés et les cours d'eau de drainage, dans les étangs et les marécages, sur les berges de lacs, dans des polders ainsi que sur des terrains mal drainés. Sa présence est particulièrement importante sur les îlots sédimentaires du Nil au Soudan, dans le delta du Danuble en Roumanie, dans les voies d'eau du bassin de la mer Caspienne et dans les polders de Hollande et du Japon. L'espèce envahit également des espaces cultivées; des champs de coton, de maïs et de riz (Union soviétique), des rizières (Grèce, Portugal et Taïwan), des champs de betteraves sucrières (Rhodésie et Belgique) et des champs de céréales (Iran et Belgique).

Au Québec, sa distribution est généralisée mais éparse (Dansereau, 1959; Marie-Victorin, 1964). On la retrouve souvent en colonies isolées (fig. 1) et sa limite septentrionale serait l'Ile d'Anticostie (Rousseau, 1974). La distribution du phragmite commun daterait des périodes chaudes post-glacières qui suivirent le retrait de la mer Champlain qui dispersa des rhizomes le long de ses côtes. Depuis, plusieurs colonies se seraient maintenues et propagées principalement par multiplication végétative.

Dans le sud-ouest de la province elle est fréquente, mais depuis peu puisque selon Dansereau (1959) elle était peu commune à la fin des années 50. Différents travaux routiers (construction d'autoroutes et élargissement de routes) et l'aménagement en milieu agricole ou urbain de nombreux canaux de drainage d'envergure, ont entraîné un grand déplacement de matériaux qui a pu favoriser sa propagation, particulièrement près des grands centres urbains. Il est possi-

ble également qu'un biotype ou une race se soit récemment mieux adapté à nos conditions climatiques.

Dans la région de Montréal, on retrouve fréquemment l'espèce en bordure des routes et voies ferrées, dans les cours d'eau et les fossés de drainage, sur les rivages du Saint-Laurent et du Canal de Beauharnois (Mousseau, 1987) et sur plusieurs terrains abandonnés.

3. ASPECTS NUISIBLES

Aux échangeurs en bordure des routes, le phragmite commun nuit à la visibilité des automobilistes (Montplaisir, 1982). Il entrave la libre circulation de l'eau dans les canaux de drainage et ses rhizomes bloquent fréquemment des drains agricoles souterrains. Plusieurs terrains laissés pour compte, souvent pour des fins de spéculation, et envahis par la plante, sont difficiles à remettre en culture. De plus, les chaumes des colonies constituent au printemps des foyers d'incendies importants. Un incendie majeur a d'ailleurs sévi en 1986 (G. Slupick, communication personnelle) sur plusieurs hectares des battures du Canal de Beauharnois.

Actuellement le phragmite commun n'infeste que très rarement les champs de cultures annuelles (maïs, céréales et autres), mais envahit plusieurs champs de cultures pérennes (aspergerais, fraisières et prairies) à partir des colonies distribuées en bordure.

4. CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT

4.1 Développement général

Selon une étude conduite en Grande-Bretagne (Haslam, 1970), le phragmite commun s'établit lentement à partir de la germination de la graine. De plus, les semences produites ne germent que dans une faible proportion et les plantules sont très sensibles aux conditions adverses de l'habitat (froid, gelées, sécheresse, salinité, manque de lumière et faible fertilité). Cette étude n'a pu être menée sous nos conditions, mais des panicules échantillonnées dans des colonies de la région de Montréal durant les saisons de croissance de 1984, 1985 et 1986, ne comportaient qu'un très faible pourcentage de graines ayant un pouvoir germinatif; le plus souvent moins de 1% (tableau 1). Plusieurs fleurs avortent au cours de la saison et les quelques graines formées sont la plupart du temps immatures à l'automne.

Cependant la propagation végétative du phragmite commun est très importante. La plante produit des rhizomes sur lesquels se différencient de nombreux bourgeons qui développent d'autres rhizomes ou des tiges aériennes. Les tiges peuvent se développer à partir du point de croissance terminal d'un rhizome ou de bourgeons déjà formés. Sous et près de la surface du sol, des bourgeons axillaires se développent sur la tige principale des pousses aériennes, pour former de 5 à 15 tiges secondaires.

Sous nos conditions de croissance, les tiges mesurent déjà à la fin du mois

de mai de 30 à 60cm de hauteur. A la fin du mois de juin, les panicules sont en pleine floraison et la fructification des graines s'effectue jusqu'à tard en fin de saison. A l'automne les tiges mesurent de 2 à 3m de hauteur.

4.2 Développement d'une colonie

Les colonies peuvent s'établir à partir de la germination de graines dans les milieux humides, mais le plus souvent elles proviendraient du développement de rhizomes (Haslam, 1970). Les segments ne pourraient former une colonie mature qu'après deux ou trois ans (Haslam, 1973). Sous nos conditions de croissance, des rhizomes de 50cm de longueur, enfouis à 15cm de profondeur dans un sable bien drainé et au centre de carrés de 2m de côté, ont produit en moyenne l'année suivante 51 tiges au m^2. Certains de ces rhizomes se sont développés sur plus de 3m de longueur et dans trois ou quatre directions différentes. Les inflorescences sur les tiges se sont développées qu'à la troisième saison de croissance.

En bordure d'un fossé ou d'un champ, des rhizomes peuvent se développer à la surface du sol (stolons) sur plus de 5m de longueur en une saison. Six colonies matures de la région de Montréal présentes dans des canaux de drainage et six autres distribuées au bas de talus en bordure de routes, se sont agrandies en moyenne de 2,5 et 4,1m à leur périphérie. Leur développement s'est effectué principalement dans le sens du cours d'eau ou de la route.

Dans une colonie bien établie, le nombre de bourgeons sur les rhizomes et de jeunes pousses non émergées du sol, augmentent du début de la saison jusqu'à la fin du mois de juillet (fig. 2). La densité des tiges suit une courbe similaire, mais les tiges produites à partir du début de juillet ne connaissent pas un grand développement, étant dominé par celles déjà présentes (fig. 3).

La distribution des rhizomes dans le sol est influencée par la profondeur de la nappe phréatique. Dans les fossés et au bas des talus ils sont le plus souvent distribués dans les premiers centimètres de sol (5-25cm), alors que sur les terrains vagues on les retrouve plus profondément dans le sol, dans la zone située entre 25 et 50cm de profondeur.

4.3 Dégénération d'une colonie

Il semble que le vieillissement d'une colonie n'ait jamais été observé chez cette espèce. Les rhizomes pourraient survivre dans le sol de trois à six ans (Haslam, 1973a). Seuls l'assèchement et l'appauvrissement du sol et du milieu ou l'intervention de l'homme peuvent entraîner une dégradation d'un peuplement. Le phragmite commun dans des conditions favorisant son implantation, est donc à la fois une espèce pionnière et climacique.

5. REPRESSION

5.1 Interventions mécaniques et physiques

5.1.1 Effet du travail mécanique du sol

Dans une colonie dense établie sur un terrain vague, à Saint-Charles sur-le-Richelieu, une expérience a été effectuée pour mesurer l'influence du labour et du passage d'une bêcheuse rotative à différentes périodes de la saison de croissance, sur la régénération du phragmite commun (tableau 2).

Le passage du rotoculteur à l'automne a affecté la plante. Son regain l'année suivante en nombre de tiges au m^2 n'était que du tiers de celui mesuré dans les parcelles témoins. Il est probable que plusieurs rhizomes aient été détruits par les gels automnals. Effectuée plus tôt en saison, aux mois de juillet et août, l'intervention n'a pas donné des résultats aussi appréciables. La hauteur des tiges et la biomasse de la repousse étaient moindres que celles des parcelles où le sol n'avait pas été travaillé, mais la densité des tiges était aussi forte. Cette légère diminution de la repousse est partiellement causée par un fléchissement du pourcentage de sucres dans les rhizomes, qui ont été privés de la photosynthèse des parties aériennes durant une partie de la saison précédente. Quant au labour, il a eu pour effet de favoriser la régénération de la plante. La charrue n'a d'ailleurs atteint qu'une faible partie des rhizomes qui étaient distribués surtout entre 20 et 45cm de profondeur dans le sol.

Une expérience conduite en parallèle (Vézina et Moreau, 1987), qui consistait à enfouir dans le sol des segments de rhizomes de diverses longueurs à des profondeurs de 15 et 30cm, à trois périodes de la saison de croissance de 1985, indique également que le fractionnement des rhizomes fait tard à l'automne affecte la régénération de la plante l'année suivante. Le fractionnement de rhizomes de 45cm de longueur en des segments de 30 et 15cm, a été l'année suivante, sans effet sur la production de bourgeons et de tiges. Les segments de 7,5cm ont eu cependant une production moindre, de 30 à 35% selon la période d'enfouissement. Selon Haslam (1968, 1969) les rhizomes dans des conditions hydriques et d'aération adéquates, doivent mesurer au moins 20cm de longueur pour rester viables dans le sol. La productivité des rhizomes a été influencée par leur profondeur dans le sol. Ceux placés près de la surface du sol, à 15cm de profondeur, étaient moins bien alimentés en eau et ont produit environ la moitié du nombre de pousses développées par les rhizomes enfouis à 30cm de profondeur.

5.1.2 Effet des coupes

Des coupes ont été effectuées à une, deux ou trois reprises au cours de la saison de croissance de 1985, dans une colonie dense située à Saint-Charles sur-le-Richelieu (tableau 3). La fauche faite tôt au printemps au moment de l'émergence des tiges, au mois de juin, a été suivie d'une repousse abondante dans les mois qui suivirent. Le phragmite commun des parcelles fauchées plus tard en juillet au moment où l'émergence des tiges était à son déclin, ne s'est refait que partiellement en 1985, alors que dans les parcelles tondues au mois d'août la repousse a été très faible.

Les traitements n'ont pas entraîné une diminution de la densité de la repousse l'année suivante, mais la hauteur du couvert végétal était moindre dans les parcelles fauchées au mois de juillet et août. La biomasse des repousses était

aussi plus faible, surtout lorsque les fauches successives doubles ou triples, comportaient des interventions faites rapprochées les unes des autres en fin de saison. Les fauches successives ont également eu pour effet de diminuer de presque moitié la quantité de sucres dans les rhizomes.

Selon Haslam (1968) une coupe faite après la période d'émergence des tiges déclencherait une période de dormance empêchant le renouvellement des réserves et le développement des rhizomes. Effectuée plus tard en septembre, elle exposerait les bourgons aux gels, favorisant l'initiation de bourgeons axillaires, sauf si les tiges fauchées sont laissées au sol. Plusieurs autres études ont rapporté en Europe des résultats similaires à ceux obtenus (Shekhov, 1974; van der Toorn et Mook, 1982).

Les fauches ne donnent donc pas une répression satisfaisante du phragmite commun. Cependant les coupes répétées semblent limiter la propagation des colonies présentes en bordure des routes. Les peuplements fauchés régulièrement sont souvent moins denses que ceux situés à proximité et épargnés par les coupes. D'ailleurs (Mochnacka-Lawacz, 1974 et Haslam, 1973a) des fauches successives ont déjà entraîné une légère diminution de la densité de peuplements de l'espèce aux Pays-Bas et en Angleterre.

Finalement, les fauches peuvent être utilisées sur les grands espaces envahis par le phragmite, tel que les battures du Canal de Beauharnois, pour réaliser des coupes-feu.

5.1.3 Effet du feu

D'une façon générale les études ont démontré que le feu favorise la régénération du phragmite commun (Haslam, 1973b) et sa compétition à l'égard des autres espèces. La diminution de l'épaisseur de la litière au sol exposerait davantage les bourgeons dans le sol au froid et conséquemment une repousse plus dense (Thompson et Shay, 1985 et Haslam 1969 b et c). En milieu humide son action sur les rhizomes et les bourgeons est nulle (Clay, 1986). Le feu est moins avantageux que la coupe effectuée en fin de saison, car il permet un regain avant l'hiver. Ce regain expose de jeunes pousses aux gels automnals, ce qui favorise le développement de bourgeons axillaires au printemps suivant (Haslam, 1972; van der Toorn et Mook, 1982).

5.1.4 Effet de l'inondation

Les inondations de plus de 20cm de profondeur succédant à un labour (Larsson, 1982), à des coupes de fin de saison (Husak, 1978 dans Rushforth-Guin, 1984) ou à un brûlage de la végétation (Thompson et Shay, 1985), ont déjà contribué à réduire d'une façon importante des peuplements de phragmite. Ces techniques utilisées en milieu riparien font actuellement l'objet d'une étude sur les berges du Canal de Beauharnois (Clay, 1986).

5.2 Interventions chimiques

Des nombreux herbicides mis à l'essai au cours des dix dernières années (Moreau et Vézina, 1984 a et b; Moreau, 1980; Maltais et Moreau, 1980; Moreau et Maltais, 1978) le glyphosate et le dalapon se sont avérés les plus efficaces. Le glyphosate appliqué à une dose de 3,50 Kg/ha, ne permet l'année suivante qu'une très faible repousse de 1-5 tiges au m^2 (tableau 4). Le produit a donné une bonne répression, même lorsque appliqué tard à l'automne. Cependant, les applications plus hâtives faites à la fin du mois de juin ou au mois d'août, ont été plus efficaces. Il est donc possible d'intervenir dès la fin de juin, au moment où la densité des tiges est presque maximale, ou plus tard en saison après la récolte des céréales et des autres cultures présentes dans les champs. Le glyphosate ne peut cependant pas être utilisé sur les surfaces inondées ou sur les plans d'eau (étangs, marécages, etc.). Les interventions dans les fossés ou canaux de drainage ne peuvent donc être effectués que lorsqu'ils sont à sec.

Un volume de bouillie aussi bas que 320 l/ha peut être utilisé en autant que la pulvérisation est effectuée convenablement sur le feuillage (tableau 5). L'addition d'un adjuvant non ionique, le FRIGATE, s'est avérée avantageuse et a permis de réprimer efficacement la plante avec une dose de moitié de la dose minimale recommandée (tableau 6). Ce résultat n'est cependant issu que d'un seul essai.

CONCLUSION

Le phragmite commun se propage efficacement par le développement de rhizomes. La production de graines aptes à germer sous nos conditions de croissance est très faible. L'espèce envahit actuellement de nombreux sites en bordure ou près des champs cultivés (terrains vagues, bords de routes et de voies ferrées, cours d'eau, etc.) et tend à s'établir dans les champs de cultures pérennes. La fréquence des colonies dans le sud-ouest de la province et leur développement semblent en progression.

Une fois établies dans un milieu, les interventions mécaniques sont peu efficaces et ne répriment que temporairement la plante. Le travail du sol avec une bêcheuse rotative à l'automne ou le fractionnement des rhizomes font fléchir la densité des tiges des peuplements, alors que les coupes effectuées à la fin de l'été affectent légèrement la repousse de l'année suivante. Ces interventions peuvent être mises à profit pour nuire à la propagation de la plante en bordure des routes et près des cours d'eau, ou encore pour faire des coupes-feu sur les grands espaces infestés situés près des villes et des villages.

Près des champs cultivés, particulièrement les champs où le sol n'est pas travaillé annuellement, il serait avantageux d'intervenir chimiquement pour empêcher que le phragmite commun ne se propage sur ces espaces. Le glyphosate réprime bien la plante, mais ne peut être utilisé sur les terrains inondés. L'herbicide est suffisamment efficace pour permettre la remise en culture d'une superficie infestée.

Puisqu'il est difficile et coûteux d'intervenir efficacement sur la plupart des colonies bien établies et que le phragmite commun risque d'envahir progressivement des champs cultivés, les producteurs agricoles, les municipalités,

les entreprises et les autres intervenants concernés par l'utilisation et l'occupation de terres agricoles, devraient concourir ensemble à limiter l'établissement de la plante.

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Clay, R.T. 1986. The effects of burring and phoughing on phragmites. 1985 Progress report, Beauharnois marsh, Québec. Ducks Unlimited Canada, biological services group. 20 p.

Dansereau, P. 1959. Phytogeographia laurentiana. II the principal plant associations of the Saint-Laurence Valley. Contribution de l'Institut botanique de l'Université de Montréal. No 75, 174 p.

Haslam, S.M. 1968. The biology of Reed (Phragmites communis) in relation to its control. Pro 9th Brit. Weed Control Conf. 1968: 392-397.

Haslam, S.M. 1969 a. The development and emergence of buds in Phragmites communis trin. Ann. Bot. 33: 289-301.

Haslam, S.M. 1969 b. The development of shoots in Phragmites communis trin. Ann. Bot. 33: 695-709.

Haslam, S.M. 1970. Variation of population type in Phragmites communis trin. Ann. Bot. 34: 147-158.

Haslam, S.M. 1972. Biological floral of the British Isles No 128: Phragmites communis trin. J. Ecol. 60: 585-610.

Haslam, S.M. 1973 a. The management of British wetlands II. Conservation. J. Envir. Manag. 1: 345-361.

Haslam, S.M. 1973 b. Some aspects of the life history and autocology of Phragmites communis trin. A review Pol. Arch. Hydrobiol. 20 (1): 79-100.

Holm, L.C., R.L. Plucknett, J.V. Pancho et J.P. Herberger. 1977 The world's worst weeds, distribution and biology. The University Press of Hawaii, Honolulu. 373-378.

Larsson, T. 1982. Restoration of lakes and other wetlands in Sweden. In D.A. Scott ed. Managing wetlands and their birds. A manual of wetland and water fowl Research Bureau Slimbridg. England. 107-122.

Maltais, B. et G.-F. Moreau. 1980. Répression chimique du phragmite commum. Rap. Rech. com. Exp. Mal. (Section est). 17

Marie-Victorin, Fr. 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal. 925 p.

Mochnacka-Lawacz, H. 1974. The effects of mowing on the dynamics of quantity, biomass and mineral contents of reed (Phragmites communis trin) Pol. Arch. Hydro-biol. 21: 381-386.

Montplaisir, R. 1982. Evaluation environnementale; contrôle des broussailles et du roseau commun (Phragmites communis). Rapport interne, Service de l'aménagement et de l'entretien des chaussées. Min. des Transports, 20 p.

Moreau, G.-F. 1980. Répression du phragmite commun. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 17

Moreau, G.-F. et B. Maltais. 1978. Répression chimique du phragmite sur terrain vague. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 307

Moreau, G.-F. et L. Vézina. 1984 a. Répression chimique du phragmite commun sur terrain vague. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 632

Moreau, G.-F. et L. Vézina. 1984 b. Application tardive du glyphosate sur le phragmite commun. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 633

Rousseau, C. 1974. Géographie floristique du Québec/Labrador Presse de l'Université Laval. 799 p.

Ruthforth-Guinn, S.J. 1984. Phragmites control at Beauharnois marsh, Québec. Research proposal, Ducks Unlimited Canada, Winnipeg, Manitoba.

Shekhov, A.C. 1974. Effet of cutting time on renewal of stands of reed and caltail. Hydrobiol J. 10: 45-48.

Thompson, D.J. et J.M. Shay. 1985. The effectsof fire on Phragmites australis in the Delta Marsh, Manitoba. Can. J. Bot. 63: 1864-1869.

Van der Toorn, J. et J.H. Mook. 1982. The influence of environmental factors and management on stands of Phragmites australis. I effects of burning, frost and insect damage on shoot density and shoot size. J. Appl. Ecol. 19: 477-499.

Vézina, L. et G.-F. Moreau, 1985 a. Répression chimique du phragmite commun en bordure des routes. Rap. Rech. com. Exp. Mal. (Section est). 571

Vézina, L. et G. F. Moreau. 1985 b. Effet du volume d'application sur l'efficacité du glyphosate à réprimer le phragmite commun. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 570

Vézina, L. et G.-F. Moreau. 1985 c. Influence de l'addition du frigate et du sulphate d'ammonium au glyphosate, sur la répression du phragmite commun. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 637

Vézina, L. 1987. Effet des coupes et du fractionnement des rhizomes sur la régénération du phragmite commun (Phragmites communis) de colonies denses. Nat. can. En préparation.

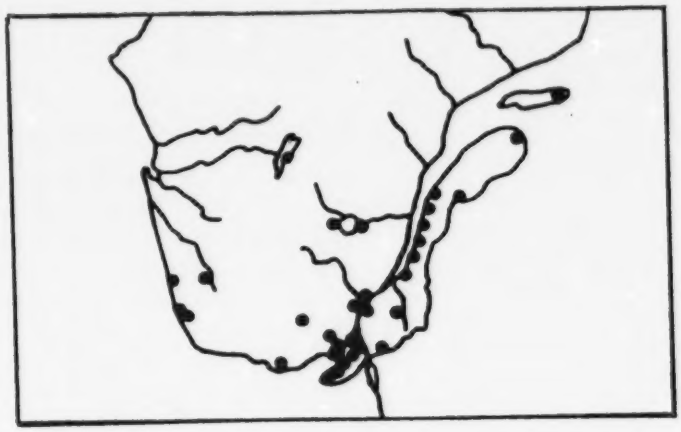


FIGURE 1.

LOCALISATION DE STATIONS DE PHRAGMITE COMMUN AU QUEBEC
(ti ee de Rousseau, 1974)

TABLEAU 1. POURCENTAGE DE GERMINATION DE GRAINES DE PHRAGMITE COMMUN (Phragmites communis) PROVENANT DE QUATRE COLONIES DE LA REGION DE MONTREAL

Site de l'échantillonnage	1984	1985	1986
St-Charles sur-le-Richelieu	15	0,5	0,5
St-Hyacinthe	2	0,1	1,0
St-Damase	10	0,5	0,1
Napierville	8	0,4	0,25

TABLEAU 2. EFFET DU LABOUR ET DU TRAVAIL DU SOL A LA BECHEUSE ROTATIVE EFFECTUE A DIFFERENTRES PERIODES AU COURS DE 1985 SUR LE PHRAGMITE COMMUN (Phragmites communis) D'UNE COLONIE DENSE

TRAITEMENTS	REPOUSSE DE 1986 (15 juin)			
	Nombre de tiges au m^2	Hauteur moyenne des tiges (cm)	Masse sèche aérienne g/m^2	Pourcentage des sucres* dans les rhizomes
Labour - oct. 1984; B.R. - mai 1985	117 ab	125 a	356 a	5,8 c
Labour - oct. 1984; B.R. - juillet 1985	107 b	80 b	227 b	7,7 b
Labour - oct. 1984; B.R. - août 1985	112 b	64 c	192 bc	7,3 b
Labour - oct. 1984; B.R. - sept. 1985	33 c	70 bc	99 c	9,4 a
Labour - oct. 1984	148 ab	125 a	385 a	9,5 a
Parcelles non travaillées	106 b	130 a	258 b	10,1 a

Les résultats d'une même colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents, à un seuil de 0,05, selon le test de Bayes-Duncan.

B.R.: Bêcheuse rotative

* Sucre: glucose + fructose + sucrose (Vézina et Moreau, 1987)

TABLEAU 3. EFFET DES COUPES SUR LA REGENERATION DU PHRAGMITE COMMUN (Phragmites communis) D'UNE COLONIE DENSE.

Période des coupes (1985)	Repousse de 1986 (15 juin)			
	Nombre de tiges au m^2	Hauteur moyenne des tiges (cm)	Masse sèche g/m^2	Pourcentage de sucre* dans les rhizomes
Début juin	124 a	112 a	460 a	9,8 a
Début juillet	145 a	67 bc	175 cd	8,2 a
Début août	115 a	51 bc	138 d	7,6 ab
Début juin et juillet	155 a	76 b	290 bc	5,9 bc
Début juin et août	141 a	60 bc	318 ac	4,6 cd
Début juillet et août	140 a	53 bc	121 d	5,0 cd
Début juin, juillet et août	139 a	45 c	125 d	4,2 cd
Aucune coupe	142 a	94 a	357 ab	9,8 a

Les résultats d'une même colonne affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents, à un seuil de 0,05, selon le test de Bayes-Duncan.

* % de sucre: glucose + sucrose + fructose (Vézina et Moreau, 1987)

TABLEAU 4. EFFICACITE DU GLYPHOSATE ET DU DALAPON APPLIQUES A DIVERSES PERIODES AU COURS DE 1984 A REPRIMER LE PHRAGMITE COMMUN (Phragmites communis)

Traitements	Dose (Kg i.a./kg)	Repousse 12 août 1985 Nombre moyen de tiges au m^2
Fin de juin		
- Glyphosate + Agral 90	1,75 + 0,1%	3
	3,50 + 0,1%	2
	5,25 + 0,1%	1
- Dalapon	10	24
	15	25
	20	9
- Témoin	-	47
Début d'août		
- Glyphosate	1,75 + 0,1%	25
	3,50 + 0,1%	0,5
	5,25 + 0,1%	1
- Dalapon	10	27
	15	21
	20	1
- Témoin	-	59
Début d'octobre		
- Glyphosate + Agral 90	3,50 + 0,1%	12
	5,25 + 0,1%	9
- Témoin	-	71

(Vézina et Moreau, 1985)

TABLEAU 5. EFFET DU VOLUME DE BOUILLIE APPLIQUE SUR L'EFFICACITE DU GLYPHOSATE A REPRIMER LE PHRAGMITE COMMUN (Phragmites communis)

Glyphosate + Agral 90 (0,1% V/V) (Kg i.a./ha)	Volume de bouillie appliqué (L/ha)	Repousse Nombre moyen de tiges au m^2	Hauteur moyenne de la végétation (m)
1,75	1500	17	1,0
	1000	8	0,8
	320	5	1,0
3,50	1500	4	0,8
	1000	5	1,0
	320	1	1,0
Témoin	-	68	1,5

(Vézina et Moreau, 1985)

TABLEAU 6. INFLUENCE DE L'ADDITION DU FRIGATE ET DU SULPHATE D'AMMONIUM AU GLYPHOSATE SUR LA REPRESSION DU PHRAGMITE COMMUN (Phragmites communis)

Glyphosate (Kg i.a./ha)	SO_4NH_4 (Kg/ha)	Frigate (% v/v)	Repousse 6 août 1985	
			Nombre moyen de tiges au m^2	Hauteur moyenne de la végétation (m)
0,85	-	-	102	1,25
	5,0	-	17	1,25
	5,0	0,5	8	0,80
	-	0,5	3	1,25
1,70	-	-	7	1,00
	5,0	-	7	1,00
	5,0	0,5	6	0,50
	-	0,5	6	0,50
Témoin	-	-	86	1,25

(Vézina et Moreau, 1985)

COMPETITION ET REPRESSION DES GRAMINEES ANNUELLES DANS LES CEREALES A PAILLE

Conférence présentée le
4 novembre 1987 lors de
la journée d'information
sur la malherbologie

Préparée par

LUC VEZINA, Service de recherche en phytotechnie de Saint-Hyacinthe, M.A.P.A.Q.

MICHEL PERRON, bureau régional de renseignements agricoles de Rock Forest, M.A.P.A.Q.

1. INTRODUCTION

Certaines graminées annuelles sont parmi les mauvaises herbes les plus fréquemment rencontrées dans les champs de céréales à paille du Québec. La levée printanière de ces plantes est plus tardive que celle de la majorité des annuelles à feuilles larges. Les peuplements denses de graminées annuelles semblent parfois en mesure de concurrencer les céréales. L'importance et la distribution au Québec de quelques unes de ces plantes seront d'abord brièvement discutées. L'essentiel de la présentation portera ensuite sur des résultats d'expérimentations sur la compétition et la nuisance de graminées annuelles avec l'orge et le blé de printemps et les principaux éléments du désherbage chimique de ces plantes dans les cultures de céréales à paille.

2. IMPORTANCE ET DISTRIBUTION DES GRAMINEES ANNUELLES DANS LES CULTURES DE CEREALES A PAILLE

Depuis le milieu des années 1970, les professionnels de l'agriculture, agriculteurs, agronomes et technologistes, oeuvrant dans le domaine des grandes cultures ont observé la présence de plus en plus abondante des graminées annuelles dans les champs de maïs d'abord et dans les cultures de céréales à paille par la suite.

Nous pouvions dès lors, soupçonner que l'apparition de la culture du maïs dans la rotation maïs-céréales pouvait être la cause d'une invasion de plus en plus forte des graminées annuelles, dans les céréales à paille. Il faut aussi ajouter que l'utilisation des herbicides anti-graminées dans le maïs était peu ou pas répandue dans le passé.

L'inventaire des mauvaises herbes dans les cultures du Québec mené entre 1980 et 1984 (Doyon et al. 1987), est venu confirmer une présence importante des graminées annuelles dans les cultures de céréales à paille principalement dans les régions du sud-ouest de la province.

Dans la région du Richelieu (06), le % de présence de la sétaire jaune et de la sétaire verte dépassait 80% en 1982 et 70% en 1983. L'échinochloa pied-de-coq était présent dans 95% des champs de céréales de la région 06 en 1982 et dans 85% en 1983. Dans la région du sud-ouest de Montréal (07), la présence des trois (3) graminées annuelles mentionnées plus haut était encore plus élevée avec des pourcentages dépassant 90% pour les trois (3) espèces et ce, pour 1982 et 1983.

Quant à la région de l'Assomption (10), le portrait de ces trois (3) graminées annuelles dans les cultures des céréales à paille est très semblable à celui de la région 06. Par contre, dans la région des Cantons de l'Est (05), le pourcentage de présence de ces trois (3) graminées dans les céréales à paille est beaucoup plus faible.

Lors de l'inventaire en 1981, on a observé le pied-de-coq dans seulement 56% des champs, la sétaire jaune dans 17% des champs et la sétaire verte dans 17% des champs également. Dans les régions du Lac St-Jean, du Bas du fleuve et de la Gaspésie, ces plantes sont absentes ou presque.

Quant aux autres graminées annuelles les travaux de l'inventaire ont indiqué que le panic capillaire était aussi fréquemment rencontré que les sétaires jaune et verte et l'échinochlo a pied-de-coq, du moins dans les régions 05, 06, 07 et 10. La digitaire astringente est ensuite la graminée annuelle rencontrée le plus souvent.

3. COMPETITION ET NUISANCE

Plusieurs facteurs et conditons du milieu influencent la concurrence que se livrent les plantes entre elles. L'importance des peuplements des mauvaises herbes dans les champs cultivés et leur nuisance sont influencées par les façons culturales utilisées (date et dose de semis, fertilisation, travail des sols, etc.), le climat et les conditions biophysiques du milieu.

3.1 Influence de la densité des peuplements et du climat sur la compétition des graminées annuelles avec les céréales à paille

Dans la culture du blé de printemps, une étude conduite en Australie indique qu'à des densités de 200 plantes au mètre carré et plus, la sétaire jaune cause des pertes de rendement variant entre 10 et 20% (Morrison et al. 1981). Les résultats de ce travail révèlent également que pour une même densité d'infestation, les pertes de rendement occasionnées sont égales ou plus faibles que celles causées par la sétaire verte. Dans une autre expérience réalisée au Manitoba, l'espèce a entraîné des pertes de rendement du blé de 9% (Friesen et Shebeski, 1960). Quant à la sétaire verte, des densités de 731 et de 1575 plantes au mètre carré, ont réduit en Saskatchewan le rendement en grains du blé: de 20 et 35% (Alex, 1967a). Par contre, dans d'autres expérimentations effectuées également dans l'Ouest canadien avec des infestations de densité variant de 127 à 2527 plantes au mètre carré, aucune diminution de rendement de l'orge (O'Donovan, 1985a) et du blé (O'Donovan, 1985b) n'a pu être mesurée.

Sous nos conditions de croissance, des peuplements de graminées annuelles présents dans des parcelles expérimentales d'essais herbicides effectués dans la région de Québec, n'ont jamais causé de pertes de rendement dans les céréales (Maltais B., communication personnelle).

De très nombreuses études ont démontré pour différents biotypes d'échinochloa pied-de-coq et de sétaires verte et jaune, que des températures de 15°C et plus et une bonne humidité dans le sol sont nécessaires à la germination des graines. Dans la région de Montréal, la levée des graminées annuelles est plus hâtive que dans la région de Québec et elle s'effectue généralement à la mi-mai. Les plantules aparaissent à la surface du sol après que celui-ci soit bien réchauffé et très souvent après une pluie printanière abondante.

Une étude est effectuée depuis le début de la saison de croissance de 1986, à la Station de recherche en phytotechnie de Saint-Hyacinthe, sur la compétition et la nuisance des graminées annuelles avaec les céréales à paille. En 1986 le printemps a été frais et humide et la levée des graminées s'est effectuée à la fin du mois de mai. Les céréales ont connu un bon développement végétatif et elles ont rapidement supplanté les graminées annuelles. Plusieurs plantes ont manqué de lumière et ont péri au cours de la saison de croissance. Aucune des plantes n'a produit des graines. Des densités de 350, 500 et 625 plantes au mètre carré de sétaire jaune et de 500, 700 et 900 plantes au mètre carré d'échinochloa pied-de-coq n'ont pas causé de perte de rendement en grains dans le blé et l'orge (Vézina et Moreau, 1986 a et b).

En 1987 le printemps a été plus chaud et la levée des graminées annuelles a été observée la deuxième semaine du mois de mai. De fortes infestations de sétaires verte et jaune et d'autres d'échinochloa pied-de-coq, n'ont pas entraîné de diminution de rendement du blé (tableau 1), mais les sétaires à des densités de 670 plantes au mètre carré et plus ont causé une perte de rendement de 19% dans l'orge (tableau 2). A l'inverse, des résultats obtenus au Dakota Nord (Huemoeller, 1967), indiquent que l'orge et l'avoine sont plus compétitrices à l'égard de la sétaire verte que le blé de printemps. Il faut noter cependant que le cultivar de blé Max utilisé pour les expériences réalisées à Saint-Hyacinthe 1987, développe rapidement en début de saison un feuillage plus abondant que celui de la majorité des autres cultivars de blé de printemps ensemencés au Québec.

Des infestations de graminées annuelles dominées par des plantes de folle avoine (50 à 60 tiges au mètre carré), n'ont pas causé de diminution de rendement chez le blé et l'orge, en 1987 (Vézina et Moreau, 1987 a et b). Les plantes de folle avoine se sont bien développées et plusieurs d'entre elles dominaient en hauteur les céréales à la fin de la saison. Actuellement, la folle avoine est peu commune au Québec (Doyon et al. 1987). Il est important de bien réprimer la plante même lorsqu'elle n'est pas en mesure de causer des pertes de rendement, pour éviter qu'elle se propage. De plus, ses graines sont difficiles à séparer du bon grain et elle doit être exempte des champs de céréales utilisés pour la production de semences pédigrées.

Le blé d'automne connaît au début de la saison de croissance un développement végétatif beaucoup plus rapide que les céréales de printemps. Aucune étude n'a été effectuée au Québec sur la compétition des graminées annuelles avec le blé d'automne, mais il est douteux que ces mauvaises herbes puissent nuire d'une façon appréciable à cette culture.

3.2 Influence des façons culturales sur la compétition des graminées annuelles avec les céréales à paille

En Saskatchewan, la densité du semis du blé cultivé en régie conventionnelle n'a pas eu d'influence significative sur la compétition de la culture avec la sétaire verte (Alex, 1967 b). L'établissement un peu plus rapide du blé ensemencé avec un semoir à sabots par rapport à celui du blé mis en sol avec un semoir à disques, a été aussi sans influence réelle sur le potentiel compétiteur de la culture à l'égard de la plante (Alex, 1967 c). En Alberta, il semble que la compétition de la sétaire verte avec le blé est d'autant plus grande que la levée s'effectue rapidement après celle de la culture (Blackshaw et al. 1981). Une autre étude a clairement démontré que plus la levée de la folle avoine est hâtive et son établissement rapide, plus grande est sa nuisance à l'égard de l'orge et du blé d'automne (O'Donovan et al., 1985).

Selon une première expérience effectuée au Service de la recherche en phytotechnie de Saint-Hyacinthe en 1987, l'écartement entre les rangs du blé (18 et 10 cm) et le niveau de fertilisation azotée (50, 100 et 150 kg/ha), ont eu une répercussion significative sur le rendement de la culture, mais non déterminante sur la nuisance des graminées annuelles (tableau 3). En effet, les mauvaises herbes n'ont pu nuire au développement et à la production du blé, même dans les conditions de régie les moins intensives ou conventionnelles. Le blé ensemencé hâtivement le 23 avril a connu un bon développement végétatif. Sa couverture au sol au début du mois de juin, était d'environ 70% dans les parcelles ensemencées avec un écartement entre les rangs de 18 cm et fertilisées de seulement 50 kg/ha d'azote. Il dominait alors les jeunes plantes de sétaires et de pied-de-coq.

D'autres expérimentations ont été effectuées en 1986 et 1987 sur l'influence de la date du travail du sol et du semis sur la compétitivité des céréales à paille à l'égard des graminées annuelles. En 1986, les façons culturales mises à l'essai les moins avantageuses, soit un laps de temps de 18 jours entre un travail du sol au vibroculteur fait le 24 avril et un semis tardif effectué le 12 mai, n'ont pas permis à la sétaire jaune de nuire au blé (tableau 4). Les résultats de 1987 sont différents. La levée plus hâtive des graminées s'est effectuée dans toutes les parcelles entre le 15 et le 18 mai. La concurrence des sétaires avec le blé n'a été appréciable que là où le développement de la culture était peu avancé au début du mois de juin, suite à un semis tardif fait le 8 mai. La réduction du rendement n'a cependant été que de 9%. Quant à l'échinochloa pied-de-coq, il n'a pas occasionné une perte de rendement significative, même dans les conditions les moins favorables à un développement rapide du blé.

4. REPRESSION CHIMIQUE

L'utilisation d'herbicides pour réprimer les graminées annuelles dans les céréales est peu commune au Québec. La présence de ces plantes au travers des céréales est moins perceptible que celle des plantes à feuilles larges. Les cas d'infestations majeures sont constatés le plus souvent à la fin de la saison.

4.1 Répression chimique dans les cultures d'orge et de blé de printemps

4.1.1 Sétaires, échinochloa pied-de-coq, panic capillaire, folle avoine

Plusieurs herbicides peuvent être utilisés pour réprimer la folle avoine dans les céréales, mais un seul, le diclofop-méthyl (Hoegrass), est actuellement homologué pour la répression des principales graminées annuelles rencontrées dans les cultures du blé et de l'orge (tableau6). Le produit doit être appliqué au stade 1-4 feuilles des plantes, c'est-à-dire très tôt après leur levée. Le traitement doit aussi être effectué avant que l'orge ou le blé ait développé une cinquième feuille, de sorte qu'il faut souvent intervenir durant une courte période de temps (7-10 jours).

L'herbicide appliqué trop tard ou à une dose trop forte peut endommager les céréales. L'orge est d'ailleurs plus sensible à sa phytotoxicité que le blé. Le produit peut occasionner une chlorose à la marge des feuilles et un flétrissement du feuillage. L'utilisation de cet antigraminées coïncide souvent avec l'application des autres herbicides utilisés pour réprimer les annuelles à feuilles larges. Le diclofop-méthyl peut être appliqué en mélange seulement avec le bromoxynil. Autrement il faut attendre au moins quatre jours avant d'appliquer un autre produit pour réprimer les mauvaises herbes à feuilles larges.

4.1.2 Folle avoine

Plusieurs produits peuvent être utilisés pour réprimer la folle avoine (tableau 6). Le triallate (Avadex) appliqué en présemis incorporé ou en prélevée ne donne souvent qu'une répression partielle de la plante (Maltais, 1977, 1978, 1980). Le difenzoquat (Avenge) et le flamprop-méthyl (Mataven) détruisent bien en postlevée les jeunes plantes de folle avoine, alors que le diclofop-méthyl, on le sait, réprime aussi la plupart des autres graminées annuelles. L'Avenge et le Mataven peuvent cependant être appliqués à un stade de développement du blé et de l'orge plus avancé que le Hoegrass, soit jusqu'au stade 6 feuilles.

Des graines de la folle avoine peuvent germer dans le sol jusqu'à une profondeur de 20 cm et développer des plantules (Sharma et al. 1976). Aussi la levée des plantules s'effectue parfois tardivement en saison, après que toutes les interventions herbicides eurent été faites.

Considérant que les traitements herbicides actuels doivent être appliqués dans un court laps de temps au début de la saison, on doit espérer que de nouveaux produits puissent éventuellement être utilisés à des stades de développement plus avancés des céréales.

4.2 Répression chimique dans les cultures d'avoine et de blé d'automne

Dans les champs d'avoine aucun des herbicides actuellement homologués réprime bien les graminées annuelles. Dans la culture du blé d'automne, seul le diclofop-méthyl peut être appliqué à l'automne à une dose de 0,7 à 1,0 kg/ha, pour réprimer les graminées lorsqu'elles sont au stade de 1 à 3 feuilles. L'herbicide ne peut pas être appliqué au printemps. Ce traitement est le plus souvent sans utilité, puisque les graminées annuelles ne survivent pas à l'hiver. Il peut tout au plus réprimer des jeunes plantes de chiendent avant qu'elles ne deviennent vivaces.

5. CONCLUSION

Les risques d'une nuisance réelle causée par des graminées annuelles dans les céréales semblent faibles. Les sétaires sont apparues plus compétitrices à l'égard des céréales que l'échinochloa pied-de-coq. Elles peuvent à de fortes densités d'infestation causer des pertes de rendement.

La nuisance de ces plantes est liée à la rapidité de leur établissement après le semis et aux conditions de développement des céréales au début de la saison de croissance. Aussi, les façons culturales favorisant l'établissement rapide et le bon développement des céréales (travail du sol et fertilisation adéquats, et semis hâtif), semblent dans la majorité des cas être suffisantes à empêcher la nuisance des graminées annuelles.

Il peut cependant être opportun d'intervenir sur les peuplements denses, lorsque le printemps est chaud et humide. Les foyers d'infestation de folle avoine devrait aussi être réprimés pour empêcher l'espèce de se propager. Les interventions herbicides à utiliser doivent être effectuées dans un court laps de temps, tôt après la levée des graminées.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alex. J.F. 1967 a. Competition between Setaria viridis (green foxtail) and wheat at two fertilizer levels. Res. Rpt. Nat. Weed Com. (Western Section). 286.

Alex. J.F. 1967 b. Competition between Setaria viridis (green foxtail) and wheat seeded at two rates. Res. Rpt. Nat. Weed Com. (Western Section). 286-287.

Alex. J.F. 1967 c. Competition between Setaria viridis (green foxtail) and wheat seeded with a drill and with a one-way. Res. Rpt. Nat. Weed Com. (Western Section) . 287.

Blackshaw, R.E., E.H. Stobbe, C.F. Shaykewich et W. Woodbury. 1981. Influence of soil temperature and soil moisture on green foxtail (Setaria viridis) establishment in wheat ((Triticum aestivum). Weed Sci. 29, 2: 179-184.

Doyon, D., C.J. Bouchard et R. Néron. 1987. Inventaire des mauvaises herbes dans les cultures au Québec (1980-1984). Volume 1, 2, 3, 4 et 5 - régions agricoles 02, 05, 06 07 et 10. Service de la recherche en phytotechnie de Québec.

Friesen, C. et L.H. Shebeski. 1960. Economic losses caused by weed competition in Manitoba grain fields. I Weed species, their relative abundance and their effect on crop yields. Can. J. Plant Sci. 40: 457-467.

Huemobler, W.A. 1967. The nature of the competition between wheat (Triticum aestivum) and yellow foxtail (Setaria glauca) M.S. Thesis North Dakota State University.

Maltais, B. 1977. Répression de la folle avoine dans le blé. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 13.

Maltais, B. 1978. Effet de l'incorporation sur l'efficacité du triallate (Avadex BW) pour le contrôle de la folle avoine. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 10.

Maltais, B. 1980. Effet de la méthode d'application et du type de préparation sur l'efficacité du triallate contre la folle avoine. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section est). 4.

Morrison, I.N. et D. Maurice. 1983. The relative response of two Setaria Spp. to dicholofop. Abstrats annual meeting of the Weed Science Society of America, St-Louis Mo.

O'Donovan, J.T. 1985 a. Influence of various densities of green foxtail on yield of barley. Res. Rpt. Nat. Weed Com. (Western Section). 202.

O'Donovan, J.T. 1985 b. Influence of various densities of green foxtail on yield of wheat. Res. Rpt. Nat. Weed Com. (Western Section). 204 - 205.

O'Donovan, J.T., E.A. de St-Rémy, P.A. O'Sullivan, D.A. Dew et A.K. Sharma. 1985. Influence of the relative time of emergence of wild oat (Avena fatua) on yield loss of barley (Hordeum vulgare) and wheat (Triticum aestivum). Weed Sci. 33: 498-503.

Sharma, M.P., McBeath, D.K. et Vanden Born, W.H. 1976. Studies on the biology of wild oats. I. Dormancy, germination and emergence. Can J. Plant Sci.56: 611-618.

Vézina, L. et G.-F. Moreau. 1986 a. Compétition de la sétaire jaune et de l'échinochloa pied-de-coq avec le blé. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section Est). 643.

Vézina, L. et G.-F. Moreau. 1986 b. Compétition de la sétaire jaune et de l'échinochloa pied-de-coq avec l'orge. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section Est). 642.

Vézina, L. et G.-F. Moreau. 1987 a. Répression des graminées annuelles dans le blé. Rap. Rech. Com. Exp. Mal. (Section Est).

Vézina, L. et G-F. Moreau. 1987 b. Répression des graminées annuelles dans l'orge. Rap. Rech. Exp. Mal. (Section Est).

TABLEAU 1.

COMPETITION DE LA SETAIRE VERTE ET DE L'ECHINOCLOA PIED-DE-COQ AVEC LE BLE DE PRINTEMPS (cv. Max) - Saint-Hyacinthe, 1987

ESPECES	DENSITE PLANTES/M2	RENDEMENT KG/HA
ECHINOCLOA PIED-DE-COQ	250	2157 a
	500	2128 a
	1100	2054 a
SETAIRE VERTE; SETAIRE JAUNE	500, 50	2035 a
	950, 100	1974 a
	1050, 100	1950 a
PARCELLES NON INFESTEES	———	2091 a

Les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents à un seuil de 0,05, selon le test de Boyes-Duncan.

TABLEAU 2.

COMPETITION DE LA SETAIRE VERTE ET DE L'ECHINOCLOA PIED-DE-COQ AVEC L'ORGE (Cv. Léger) - Saint-Hyacinthe, 1987

ESPECES	DENSITE PLANTES/M2	RENDEMENT KG/HA
ECHINOCLOA PIED-DE-COQ	100	2608 a
	275	2580 ab
	585	2448 a
SETAIRE VERTE; SETAIRE JAUNE	300, 50	2396 ab
	670, 80	2141 b
	765, 140	2125 b
PARCELLES NON INFESTEES	———	2624 a

Les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents à un seuil de 0,05, selon le test de Boyes-Duncan.

TABLEAU 3.

INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTEE ET DE L'ESPACEMENT ENTRE LES RANGS SUR LA COMPETITIVITE DU BLE DE PRINTEMPS (cv. Max) A L'EGARD DES GRAMINEES ANNUELLES

ESPACEMENT ENTRE LES RANGS	FERTILISATION AZOTEE (kg/ha)	COUVERTURE AU SOL DU BLE (%) 4 juin	DENSITE DES GRAMINEES AN. PLANTES/M² 25 juin	RENDEMENT (kg/ha)	
18	50	70	0	3640	b
	50	70	1050	3540	b
	100	90	0	3862	a
	100	90	450	3820	a
	150	93	0	3948	a
	150	93	400	3849	a
10	50	70	0	3443	b
	50	70	1050	3431	b
	100	90	0	3604	b
	100	90	450	3559	b
	150	95	0	3849	a
	150	95	400	3834	a

Les rendements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents à un seuil de 0,05, selon le test de Fisher.

TABLEAU 4 .

INFLUENCE DE LA DATE DU TRAVAIL DU SOL ET DU SEMIS SUR LA NUISANCE DE LA SETAIRE JAUNE DANS LA CULTURE DU BLE DE PRINTEMPS (cv. Max) - SAINT-HYACINTHE, 1986

DATES DU TRAVAIL DU SOL ET DU SEMIS	COUVERTURE AU SOL DU BLE (%) 6 juin	RENDEMENT (kg/ha)	
		PARCELLES INFESTEES	PARCELLES DESHERBEES
1. Travail du sol: 24 avril semis: 24 avril	65	3015	2906
2. Travail du sol: 24 avril semis: 1 mai	50	3087	2974
3. Travail du sol: 24 avril semis: 12 mai	55	2309	2253
4. Travail du sol: 1 mai semis: 1 mai	35	3024	3042
5. Travail du sol: 1 mai semis: 12 mai	40	2374	2113
6. Travail du sol: 12 mai semis: 12 mai	40	2193	1981

Aucun des traitements d'une même ligne ne sont significativement différents à un seuil de 0,05, selon le test de Fisher.

TABLEAU 5.

INFLUENCE DE LA DATE DU TRAVAIL DU SOL ET DU SEMIS SUR LA NUISANCE DES SETAIRES ET DE L'ECHINOCLOA PIED-DE-COQ SUR LE BLE DE PRINTEMPS (cv. Max) - SAINT-HYACINTHE, 1987

DATE DU TRAVAIL DU SOL ET DU SEMIS	COUVERTURE AU SOL DU BLE (%) 4 JUIN	RENDEMENT (kg/ha)	
		PARCELLES INFESTEES	PARCELLES DESHERBEES
Echinochloa pied-de-coq (625 plantes au m2)			
1. Travail du sol: 22 avril semis: 22 avril	92	3831	3637
2. Travail du sol: 22 avril semis: 1 mai	74	3504	3405
3. Travail du sol: 1 mai semis: 1 mai	59	3328	3282
4. Travail du sol: 22 avril semis: 8 mai	41	3027	3182
5. Travail du sol: 1 mai semis: 8 mai	35	2979	3133
6. Travail du sol: 8 mai semis: 8 mai	35	2909	3105
Sétaires jaune (475) et verte (475 plantes au m2)			
7. Travail du sol: 22 avril semis: 22 avril	90	3961	3738
8. Travail du sol: 22 avril semis: 1 mai	75	3361	3136
9. Travail du sol: 1 mai semis: 1 mai	60	3257	3148
10. Travail du sol: 22 avril semis: 8 mai	42	2734*	3013*
11. Travail du sol: 1 mai semis: 8 mai	35	2803*	3094*
12. Travail du sol: 8 mai semis: 8 mai	35	2821*	3108*

Les rendements d'une même ligne affectés d'un astérisque (*) sont significativement différents à un seuil de 0,05, selon le test de Fisher.

TABLEAU 6.

EVALUATION DES TRAITEMENTS HERBICIDES DANS LES CEREALES DE PRINTEMPS POUR LA REPRESSION DES GRAMINEES ANNUELLES.

HERBICIDES	HOEGRASS 284-EC. (diclofop-méthyl)	AVENGE 200-EC. (difenzoquat-méthyl sulfate)	MATAVEN 105-EC. (flamprop-méthyl)	AVADEX (triallate)
Dose: litres à l'hectare de produit commercial	2,50-2,80	3,50-4,25	4,90	1,40-1,70
Céréale et stade: nombre de feuilles	Blé: 1-4 Orge: 1-4	Blé. triticale* et orge: 3-6	Blé: 3-6	Blé: pré Orge: psi ou pré
REPRESSION DES MAUVAISES HERBES				
Sétaires	B 1-4 f	P	P	P
Echinochloa pied-de-coq	B 1-4 f	P	P	P
Folle avoine	E 3-5 f	E 3-5 f	E 3-5 f	E pré
Panic capillaire	B 1-4 f	P	P	P

(*): Cultivars de blé Glenlea et Neepawa et le triticale Welsh.
Abréviations: Psi: présemis incorporé, pré: prélevée
EVALUATION: E: excellent
B: bon
M: moyen
P: pauvre

RÉPRESSION DES MAUVAISES HERBES A FEUILLES LARGES DANS LES CÉRÉALES A PAILLE ET LE MAIS

Présentée à Saint-Hyacinthe
le 4 novembre 1987

Préparée par

Anne Légère
Agriculture Canada
Station de recherches
Sainte-Foy

et

Gilles Leroux
Université Laval
Département de phytologie
Sainte-Foy

et

Claudel Lemieux
Agriculture Canada
Station de recherches
Sainte-Foy

RÉPRESSION DES MAUVAISES HERBES À FEUILLES LARGES DANS LES CÉRÉALES À PAILLE ET LE MAÏS

ANNE LÉGÈRE, GILLES LEROUX ET CLAUDEL LEMIEUX

Les champs de maïs et de céréales de printemps où l'on pratique la répression des mauvaises herbes à feuilles larges de façon plus ou moins systématique ne sont pas pour autant exempts de problèmes reliés à la présence de mauvaises herbes, même à feuilles larges. Dans les champs traités, certaines espèces de mauvaises herbes croissent à l'état d'infestations graves et occasionnent des pertes de rendement et de qualité. Devant cet état de fait, on peut s'interroger sur les liens qui existent entre les moyens de répression utilisés dans ces cultures et la nature des problèmes qu'on rencontre dans les champs traités. Nous allons donc examiner la diversité et l'importance des mauvaises herbes que l'on retrouve dans les céréales à paille et dans le maïs, et ce, en portant une attention particulière aux effets de la répression chimique.

INTRODUCTION

Les programmes de répression couramment utilisés dans le maïs et les céréales emploient des herbicides dont le spectre d'action comporte davantage de mauvaises herbes à feuilles larges que de mauvaises herbes de type graminée. Dans le maïs, les pratiques culturales favorisent les infestations de graminées (Doyon et al, 1982; Doyon et Bouchard, 1980). Dans les céréales, l'emploi d'herbicides est plus ou moins répandu et aucun produit n'est utilisé de façon systématique. La répression y est essentiellement dirigée contre les mauvaises herbes à feuilles larges. Dans les céréales, on a observé une augmentation des problèmes reliés à la prédominance de graminées annuelles dans les régions où il y a intensification de la culture de maïs (ex.: Nicolet). Ailleurs, dans les champs de céréales des régions de l'est et du nord de la province, les mauvaises herbes vivaces seraient plus importantes que les mauvaises herbes annuelles (Deschênes et Doyon, 1982). Ces tendances, reconnues par les divers intervenants intéressés aux problèmes malherbologiques, ont été confirmées par les résultats d'inventaires réalisés dans les régions de Saint-Hyacinthe, de Québec, de Nicolet, du Bas Saint-Laurent et du Lac Saint-Jean.

Nous voulons ici vérifier la validité de ces tendances en examinant les résultats d'inventaires de deux grandes régions, soit la région Centre et la région Ouest. La région Centre regroupe les régions de Nicolet, de la Beauce et de la Mauricie inventoriées respectivement en 1980, 1981 et 1981. La région Ouest désigne la grande région de l'Outaouais, inventoriée en 1983. Les résultats d'inventaires de ces deux grandes régions seront examinés de façon à pouvoir mettre en lumière les effets de la répression sur la composition floristique des communautés de mauvaises herbes et sur l'abondance de certaines espèces dans les cultures de céréales et de maïs.

MÉTHODOLOGIE

La localisation des champs, l'analyse de la végétation ainsi que l'enquête agronomique ont été réalisées selon le protocole décrit par Doyon et coll. (1982). Dans la région Centre, 271 champs de maïs et 101 champs de céréales ont été visités, alors que dans la région Ouest, le nombre de champs visités a été de 213 pour le maïs et de 74 pour les céréales. Dans chacune des régions, on a retrouvé des champs d'avoine, d'orge, de blé et de grains mélangés. A l'Ouest, 50% des champs de céréales étaient emblavés en orge, alors qu'au Centre, environ 45% des champs de céréales étaient emblavés en avoine.

Les résultats de l'analyse de végétation ont permis le calcul de paramètres de synthèse à l'échelle des champs et de la région. Le paramètre présence donne une image de la distribution d'une espèce dans une région sans égard à la sévérité de l'infestation. La présence d'une espèce se définit comme étant le rapport du nombre de champs où l'espèce apparaît sur le nombre total de champs, le quotient étant exprimé en pourcentage. Le paramètre recouvrement indique l'importance d'une espèce dans un champ. Pour chaque champ, le recouvrement est mesuré à l'aide de quadrats. Il désigne le pourcentage de la surface couverte par tous les individus d'une même espèce. On exprime le recouvrement d'une espèce selon cinq classes: 1: moins de 1%; 2: 1-5%; 3: 6-25%; 4: 26-50%; 5: 51-100%. Pour chaque espèce présente dans une région, on peut donc obtenir la distribution de cette espèce selon les classes de recouvrement. Le type de distribution indique la gravité de l'infestation. L'indice de recouvrement (IR) est un paramètre arbitraire, calculé à partir des distributions de recouvrement. Le calcul de l'IR s'effectue comme suit:

$$IR = \frac{(nb_{C1}*1)^{\dagger} + (nb_{C2}*2) + (nb_{C3}*3) + (nb_{C4}*4) + (nb_{C5}*5)}{\text{nombre total de champs où l'espèce apparaît}}$$

† Nombre de champs où l'espèce se retrouve dans la classe $C\underline{n}$.

L'IR varie de 100 à 500. Un IR de 100 indique qu'une espèce se retrouve dans la classe de recouvrement 1 dans tous les champs où elle est présente. La valeur de l'indice s'élève à mesure que l'on retrouve des infestations graves dans un plus grand nombre de champs.

En caractérisant chaque espèce par sa présence et par son IR, on peut obtenir une estimation de la distribution et de la sévérité des infestations et ainsi dresser un portrait des communautés de mauvaises herbes selon les cultures et selon les régions.

COMPOSITION FLORISTIQUE DES COMMUNAUTÉS DE MAUVAISES HERBES

L'examen des listes floristiques révèle une plus grande diversité des communautés de mauvaises herbes dans les cultures de céréales. Dans les régions Centre et Ouest, on retrouve respectivement 71 et 60 espèces dans les

champs de maïs et 89 et 87 espèces dans les champs de céréales. Si l'on ne considère que les espèces présentes dans plus de 50% des champs de la région Ouest, on retrouve 28 espèces dans les champs de céréales et 14 espèces dans les champs de maïs. Cinq espèces sont communes aux deux cultures et aux deux régions: le chiendent (Agropyron repens), la vesce jargeau (Vicia cracca), le pissenlit (Taraxacum officinale), l'échinochloa pied-de-coq (Echinochloa crus-galli) et la prêle des champs (Equisetum arvense). Seule l'asclépiade de Syrie (Asclepias syriaca) est exclusive aux champs de maïs de la région Ouest. Une vingtaine d'espèces se retrouvent uniquement dans les champs de céréales: certaines sont communes aux deux régions alors que d'autres présentent une distribution particulière. A titre d'exemple, la ricinelle rhomboïde (Acalypha rhomboidea) et la gnaphale des vases (Gnaphalium uliginosum) ne sont présentes que dans les champs de céréales de la région Ouest alors que la spargoute des champs (Spergula arvensis) et l'ortie royale (Galeopsis tetrahit) ne se retrouvent que dans les champs de la région Centre.

Le groupe d'espèces communes aux champs de céréales des deux régions rappele la flore propre aux prairies et aux pâturages. Ces dernières cultures constituent le précédent cultural de plus de 60% des champs de céréales de la région Ouest. Même si les cultures de céréales s'inscrivent hatituellement dans le cadre de rotations, on constate cependant une tendance vers la monoculture, surtout dans la région Centre. Dans cette région, le précédent cultural "céréales" a autant d'importance que le précédent "prairies-pâturages". Dans le maïs, la tendance est résolument vers la monoculture puisque environ 70% des champs des deux régions ont été précédés de maïs. Les antécédents culturaux observés pour les cultures de maïs et de céréales peuvent expliquer certaines différences floristiques. Cependant, ces cultures diffèrent aussi par le type de répression qu'on y pratique.

EFFETS DE LA RÉPRESSION DANS LES CHAMPS DE MAÏS

L'application d'herbicides est pratique courante dans les champs de maïs. A peine 3% des champs de la région Centre et 11% de ceux de la région Ouest n'ont reçu aucun traitement. Presque tous les champs traités (96%) ont reçu une application de triazines; 20 à 30% de ces mêmes champs ont aussi été pulvérisés d'amides ou de thiocarbamates (alachlore, metolachlore, butylate). La répression chimique telle que pratiquée dans les champs de maïs vise davantage les mauvaises herbes à feuilles larges que les graminées.

Bien que les champs non traités soient nettement sous-représentés par rapport aux champs traités, nous avons quand même tenté la comparaison afin d'en dégager certaines tendances. Afin de pouvoir mesurer l'ampleur des problèmes qui subsistent dans les champs traités, l'analyse a porté exclusivement sur les espèces dont le niveau d'infestation était de moyen à élevé (IR $\geq$ 125).

Le traitement chimique réduit du tiers le nombre d'espèces présentes: dans la région Centre, ce nombre passe de 37 à 22, alors qu'à l'Ouest, il va de 21 à 14. Le traitement herbicide modifie aussi la composition floristique des communautés de mauvaises herbes puisqu'on retrouve moins d'une dizaine d'espèces communes à tous les champs de maïs. Ainsi, un nombre important

d'espèces (de 15 à 20) présentes dans les champs non traités sont absentes des champs traités. La disparition de ces espèces semble se faire à la faveur d'un autre groupe d'espèces (de 6 à 14) qui elles, ne se retrouvent que dans les champs traités. Cette réduction de la diversité dans les champs traités affecte davantage les mauvaises herbes à feuilles larges, donnant ainsi relativement plus d'importance aux graminées qui sont peu affectées par la répression.

Parmi les espèces qui causent des infestations moyennes à graves et qui affectent plus de 50% des champs, on retrouve cinq espèces au Centre et sept espèces à l'Ouest. Le chiendent et l'échinochloa pied-de-coq occupent les premières places. A ces graminées viennent s'ajouter la prêle des champs, la vesce jargeau et l'asclépiade de Syrie, soit un groupe de mauvaises herbes à feuilles larges, vivaces, difficiles à réprimer. On retrouve aussi dans ce groupe le chénopode blanc (Chenopodium album). Diverses régions du Québec ont rapporté de nombreux cas de résistance à l'atrazine pour cette espèce. L'application répétée de triazines dans les champs de maïs aurait, ici aussi, favorisé les biotypes résistants de chénopode. Ce phénomène de résistance aux triazines pourrait aussi être invoqué pour expliquer la présence d'infestations de certaines espèces qui habituellement auraient dû être réprimées par ces herbicides. La moutarde des oiseaux (Brassica rapa) et l'amarante à racine rouge (Amaranthus retroflexus) qui ont toutes deux causé de fortes infestations dans moins de 50% des champs des deux régions, sont aussi reconnues pour leur capacité de résistance aux triazines (Maltais, 1984; Warwick & Weaver, 1980).

EFFETS DE LA RÉPRESSION DANS LES CHAMPS DE CÉRÉALES

L'importance de la répression chimique dans les champs de céréales a varié selon les régions. Environ 60% des champs de la région Centre et 23% de ceux de la région Ouest ont reçu une application d'herbicides. Les divers produits utilisés appartiennent presque tous au groupe des phytohormones de type phénoxy (MCPA, MCPB, 2,4-D). La répression dans les champs de céréales est donc essentiellement dirigée contre les mauvaises herbes à feuilles larges.

Les effets de la répression chimique sur le nombre d'espèces aux niveaux d'infestations moyen ou élevé varient selon les régions. A l'Ouest, ce nombre d'espèces passe de 16 à 13 sous l'effet de la répression. On note aussi un phénomène de remplacement des espèces tel que celui observé chez le maïs. Neuf espèces retrouvées dans les champs non traités sont absentes des champs traités qui comptent l'addition de six nouvelles espèces. Au Centre, le nombre d'espèces augmente de 60%: il passe de cinq dans les champs non traités à 11 dans les champs traités. Dans les champs traités, huit nouvelles espèces viennent s'ajouter à la liste des mauvaises herbes problèmes. Seulement deux espèces présentes dans les champs non traités disparaissent sous l'effet des herbicides.

Dans la liste des espèces abondantes et présentes dans plus de 50% des champs, on retrouve le chiendent en première position dans les deux régions. Dans la région Centre, seules deux autres espèces, soit la sétaire glauque

(Setaria glauca) et la spargoute des champs s'ajoutent au chiendent. A l'Ouest, outre le chiendent et la sétaire glauque, on retrouve six mauvaises herbes à feuilles larges dont deux espèces vivaces, soit le laiteron des champs (Sonchus arvensis) et la prêle des champs.

Bien que la répression dans les céréales soit dirigée contre les mauvaises herbes à feuilles larges, celles-ci ne s'effacent pas au profit des graminées comme c'est le cas chez le maïs. Dans les champs de céréales traités, le nombre de mauvaises herbes à feuilles larges responsables d'infestations est égal, sinon supérieur à celui des champs non traités.

Comme on l'a vu précédemment, les champs de céréales présentent une plus grande diversité floristique que les champs de maïs. Le nombre total d'espèces de mauvaises herbes est plus grand dans les champs de céréales et le nombre d'espèces présentes dans plus de 50% des champs y est de deux à trois fois supérieur. Cependant, le nombre d'espèces responsables d'infestations dans les céréales est le plus souvent inférieur à celui rencontré dans le maïs. Cette différence s'observe dans tous les champs, qu'il y ait eu ou non répression chimique. Du grand nombre d'espèces présentes dans les champs de céréales, seul un nombre restreint d'espèces envahit les champs de façon importante. Les céréales sont très compétitives dès le début de la saison de croissance. Habituellement semée tôt au printemps, cette culture s'établit rapidement avant même que la plupart des mauvaises herbes n'aient germé. Les mauvaises herbes qui auraient davantage de "succès" dans les céréales sont celles dont la germination est contemporaine de celle des céréales.

CONCLUSIONS

La répression chimique telle que pratiquée dans le maïs élimine certains problèmes mais en suscite de nouveaux, qui eux, n'ont pas de solution facile. La présence d'infestations de graminées annuelles et de mauvaises herbes à feuilles larges résistantes aux triazines peut être attribuée en grande partie aux applications répétées de triazines effectuées dans les monocultures de maïs. La seule application de triazines, pratiquée de façon systématique, ne constitue pas en soi un programme de répression. Idéalement, un tel programme devrait permettre l'usage de divers produits dont les spectres d'action seraient complémentaires. Or, vu la nature des produits herbicides disponibles, cela n'est concevable que si l'on inscrit les cultures, même le maïs, dans le cadre de rotations, si courtes soient-elles. La rotation des cultures permet la rotation des produits et ainsi de plus grandes possibilités de répression. Cependant, si l'on persiste à cultiver le maïs en monoculture, il faudra porter une attention particulière à la répression des espèces tolérantes ou résistantes aux triazines si l'on veut maintenir les populations de ces espèces en deçà des seuils de nuisibilité.

La répression chimique, moins répandue chez les céréales, n'a pas de conséquences aussi marquées que chez le maïs. Dans les céréales, on retrouve une grande diversité d'espèces, même dans les champs traités. Cependant, les espèces responsables d'infestations sont peu nombreuses. Il s'agit surtout d'espèces difficiles à réprimer, telles les vivaces, et d'espèces qui, de par leur germination hâtive et leur croissance rapide, réussissent à s'implanter

en même temps que la culture. Plusieurs de ces espèces, comme l'ortie royale et la spargoute des champs, sont peu sensibles aux herbicides utilisés dans les céréales.

Les espèces qui présentent des problèmes particuliers de répression sont présentes dans les champs traités des deux cultures et des deux régions. Evidemment, le chiendent retient encore une fois l'attention. Nos résultats confirment l'ubiquité et l'importance de cette espèce dans les cultures et viennent ainsi justifier les efforts de recherche consacrés à cette espèce à l'échelle du Québec et du Canada.

Enfin, si l'on veut parvenir à une répression adéquate des espèces tolérantes aux pratiques actuelles, il apparaît essentiel que la répression dans les cultures de maïs et de céréales soit conçue en terme de programme plutôt que d'interventions ponctuelles.

BIBLIOGRAPHIE

DESCHÊNES, J.-M. et D. DOYON. 1982. Importance des mauvaises herbes dans les cultures du Québec. Bull. Soc. Bot. Québec 3: 25-36.

DOYON, D. et C.J. BOUCHARD. 1981. Inventaire des mauvaises herbes dans les champs de maïs-grain du comté de Saint-Hyacinthe, Québec. Phytoprotection 67: 1-10.

DOYON, D., J.-M. DESCHÊNES, C.J. BOUCHARD et R. RIOUX. 1982. Les inventaires de mauvaises herbes dans les principales cultures au Québec. 1. Buts et méthodologie. Phytoprotection 63: 10-21.

MALTAIS, B. 1984. Les mauvaises herbes résistantes aux triazines au Québec. Rapport. Journée d'information en malherbologie. CPVQ. p. 109-119.

WARWICK, S.I. et S.E. WEAVER. 1980. Atrazine resistance in Amaranthus retroflexus (redroot pigweed) and A. powellii (green pigweed) from southern Ontario. Can. J. Plant Sci. 60: 1485-1488.

En cas de non-livraison — Port de retour garanti

Canada Post / Postes Canada
Postage paid / Port payé
Third class / Troisième classe
Permis No. 3468
Québec, Qué.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION
DU QUÉBEC
200-A, CHEMIN STE-FOY
QUÉBEC G1R 4X6

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

IMPRIMÉ AU QUÉBEC, Canada